PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 8. 15. April 1904. 5. Jahrgang.

Redaktionsschluss für No. 9 am 20. April 1904.

INHALT.

(R. = Referat, B. = Besprechung.)

Seite

Abraham, H., Sammlung einfacher physikalischer Demonstrationen. (B.) 216

Absorption: Die — von Quarz, Kalkspat, Steinsalz, Flussspat, Glyzerin und Alkohol im äussersten Ultraviolett, v. A. Pflüger 215

Augenspiegel: Die Theorie des — und die Photographie des Augenhintergrundes, v. W. Thorner. (B.) 217

Braun, F., Methoden zur Vergrösserung der Senderenergie für drahtlose Telegraphie (sogenannte Energieschaltung) 193

— Herstellung doppelt brechender Körper aus isotropen Bestandteilen 199

Christiansen, C. u. **J. J. C. Müller**, Elemente der theoretischen Physik. (B.) 217

Czudnochowski, W. B. v., Das Verhalten beweglicher cylindrischer Eisenkerne in Doppelspulen; ein Beitrag zur Theorie der Differentialbogenlampe . . . 205

Differentialbogenlampe: Das Verhalten beweglicher cylindrischer Eisenkerne in Doppelspulen; ein Beitrag zur Theorie der —, v. W. B. v. Czudnochowski 205

Doppelt brechend: Herstellung — Körper aus isotropen Bestandteilen, v. F. Braun 199

Drahtlose Telegraphie: Methoden zur Vergrösserung der Senderenergie für — (sogenannte Energieschaltung), v. F. Braun 193

Eisenkerne: Das Verhalten beweglicher cylindrischer — in Doppelspulen; ein Beitrag zur Theorie der Differentialbogenlampe, v. W. B. v. Czudnochowski 205

Elektrisches Feld: Der experimentelle Nachweis des — im Innern von in Elektrolyte tauchenden Isolatoren; kontinuierliche Rotation des Isolators in vorgeschriebenem Sinne, v. W. v. Nicolajew 203

Emanation: Über die radioaktive — der Wasser- und Ölquellen, v. F. Himstedt 210

— Über das Spektrum der —, v. Th. Indrikson . . 214

Energieschaltung: Methoden zur Vergrösserung der Senderenergie für drahtlose Telegraphie (sogenannte —), v. F. Braun 193

Himstedt, F., Über die radioaktive Emanation der Wasser- und Ölquellen 210

Indrikson, Th., Über das Spektrum der Emanation . 214

Isolator: Der experimentelle Nachweis des elektrischen Feldes im Innern von in Elektrolyte tauchenden —; kontinuierliche Rotation des — in vorgeschriebenem Sinne, v. W. v. Nicolajew 203

Isotrop: Herstellung doppelt brechender Körper aus — Bestandteilen, v. F. Braun 199

Marx, E., Über wahre und scheinbare Abweichungen vom Ohmschen Gesetz. (B.) 217

Müller, J. J. C. u. **C. Christiansen**, Elemente der theoretischen Physik. (B.) 217

Nicolajew, W. v., Der experimentelle Nachweis des elektrischen Feldes im Innern von in Elektrolyte tauchenden Isolatoren; kontinuierliche Rotation des Isolators in vorgeschriebenem Sinne 203

Ohmsches Gesetz: Über wahre und scheinbare Abweichungen vom —, v. E. Marx. (B.) 217

Personalien 218

Pflüger, A., Die Absorption von Quarz, Kalkspat, Steinsalz, Flussspat, Glyzerin und Alkohol im äussersten Ultraviolett 215

Photographie: Die Theorie des Augenspiegels und die — des Augenhintergrundes, v. W. Thorner. (B.) . . 217

Physik: Elemente der theoretischen —, v. C. Christiansen u. J. J. C. Müller. (B.) 217

Physikalische Demonstrationen: Sammlung einfacher —, v. H. Abraham. (B.) 216

Radioaktiv: Über die — Emanation der Wasser- und Ölquellen, v. F. Himstedt 210

Spektrum: Über das — der Emanation, v. Th. Indrikson 214

Telegraphie: Methoden zur Vergrösserung der Senderenergie für drahtlose — (sogenannte Energieschaltung), v. F. Braun 193

Thorner, W., Die Theorie des Augenspiegels und die Photographie des Augenhintergrundes. (B.) . . . 217

Ultraviolett: Die Absorption von Quarz, Kalkspat, Steinsalz, Flussspat, Glyzerin und Alkohol im äussersten —, v. A. Pflüger 215

Vorlesungsverzeichnis für das Sommersemester 1904 . 218

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Methoden zur Vergrösserung der Senderenergie für drahtlose Telegraphie (sogen. Energieschaltung).

Von Ferdinand Braun.

Im Jahre 1898[1]) habe ich Anordnungen für den Sender der drahtlosen Telegraphie angegeben, welche man heute als gekoppelte Systeme bezeichnet. Die offene Strombahn des Senders wird nicht direkt, wie bei der damals üblichen Marconischaltung erregt, sondern steht in Verbindung mit einem als Energiereservoir dienenden „Schwingungskreis", der aus Kondensatoren mit eingeschalteter Selbstinduktion besteht. Ich habe für die Art, die Energie auf den Sender zu übertragen, die „Koppelung mit der Antenne" drei verschiedene Formen angegeben: 1. die als induktive Erregung bezeichnete (Fig. 1), 2. die sogen. direkte Schaltung

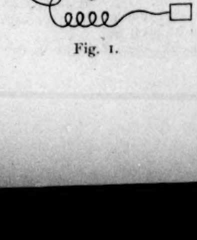


Fig. 1.

1) D. R.-P. 111578 vom 14. Oktober 1898; Engl. Patent No. 1862 vom 26. Jan. 1899, veröffentlicht den 27. Jan. 1900.

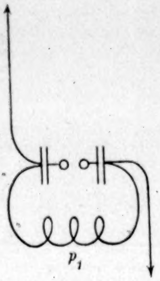


Fig. 2.

(Fig. 2) und 3. die Kombination beider (etwa wie in Fig. 3a, 3b und 4); alle drei Anord-

Fig. 3a.

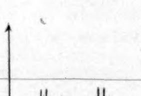


Fig. 3b.

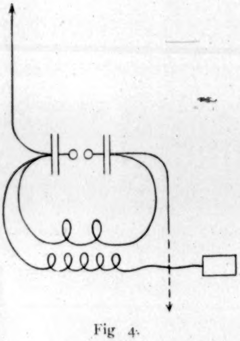


Fig 4.

nungen[1]) kommen prinzipiell auf das gleiche hinaus.[2]) Sie unterscheiden sich nur durch die Beweglichkeit, welche sie in der Wahl des Koppelungsgrades lassen.

I. Durch die praktischen Verhältnisse ist man an gewisse Zahlen für die Eigenschwingung des „Schwingungskreises" gebunden. Angenommen, diese solle (etwa bei gegebenem Sender) wesentlich konstant bleiben, so muss also das Produkt aus der Kapazität C der Kondensatoren in die Selbstinduktion p_1 des Schwingungskreises dieser Bedingung genügen.

Die für Ausstrahlung zur Verfügung stehende Energie ist $\frac{1}{2} CV^2$, wenn V das Potential bedeutet, auf welches die Flaschen geladen werden.

Diese Energie zu vergrössern, giebt es also theoretisch zwei Möglichkeiten: 1. Vergrösserung der Kapazität, 2. Vermehrung der Ladespannung (sofern von einem dauernden Nachschub von Energie auf prinzipiell anderen Wegen hier abgesehen wird). Beide Möglichkeiten sollen diskutiert werden:

1. Die Vergrösserung der Kapazität zwingt der Annahme gemäss zur gleichzeitigen Verkleinerung der Selbstinduktion p_1. Nun ist aber der Koppelungsgrad τ von Schwingungskreis und Sender bestimmt aus

$$p^2_{12} = \tau^2 \cdot p_1 \, p_2$$

wo p_1, wie angegeben, die Selbstinduktion des Schwingungskreises, p_2 diejenige der Antenne, p_{12} den gegenseitigen Induktionskoeffizienten beider bedeutet. Diese für unseren Fall nicht präzise Formel kann annähernd benutzt werden. Der Koppelungskoeffizient τ soll nicht unter einen gewissen Wert heruntergehen, da von ihm die Amplitudenvergrösserung des Potentiales (die nach M. Wien[1]) etwa bis auf das $\sqrt{p_2/p_1}$ fache getrieben werden kann) abhängt. Angenommen es sei, wie bei günstigster direkter Schaltung, $p_{12} = p_1$, so wird $p_1 = \tau^2 \cdot p_2$ und da p_2 im wesentlichen durch die ganze Senderlänge gegeben ist, so folgt, dass die Koppelung des ganzen Systemes abnimmt mit abnehmender Selbstinduktion des Schwingungskreises, d. h. man darf die Kapazität der Kondensatoren nicht beliebig vergrössern.

Dies ist aber nicht der einzige Grund. Zum theoretischen kommt ein praktischer hinzu, welcher darin besteht, dass man die Kapazitäten nicht vergrössern kann, ohne nicht auch gleichzeitig durch die Belegungen der Flaschen, vorzugsweise aber durch unvermeidliche Verbindungsleitungen Selbstinduktion in die Kondensatoren selber hineinzubringen. Diese zerstreute Selbstinduktion, welche für die Energieübertragung auf den Sender nicht ausgenutzt werden kann, wirkt hier wie der innere Widerstand eines galvanischen Elementes für dessen Stromausnutzung. Man erreicht hier wie dort bald eine Grenze, wo z. B. das Parallelschalten vieler kleiner Elemente nicht weiter führt.

1) Die erste Schaltung hat Marconi übernommen mit dem engl. Patent No. 7777, angemeldet 26. April 1900; die zweite mit dem engl. Patent No. 410, angemeldet 7. Januar 1901; die dritte ist noch frei.

2) J. Zenneck, diese Zeitschr. **4**, 656, 1903.

1) M. Wien, Ann. d. Phys. (4), **8**, 686, 1902.

2. Es bleibt also nur noch die Vergrösserung der Ladespannnung zur Verfügung. Wir wollen annehmen, dass technische Schwierigkeiten in der Erzeugung hinreichender Elektrizitätsmengen von beliebiger Spannung nicht vorlägen, so bleiben doch Schwierigkeiten, bedingt durch die elektrische Festigkeit der Isolatoren, sowohl des Inneren derselben wie deren Oberfläche. Das Dielektrikum wird entweder am Rande von den Funken überschlagen oder, wenn man die Oberflächenisolation durch Einbetten in flüssige Isolatoren möglichst vollkommen macht, sehr leicht durchgeschlagen. Und will man dies vermeiden, so kommt man wieder auf die grosse „innere Selbstinduktion" der Kondensatoren zurück.

Es liegt aber noch eine zweite Schwierigkeit vor. Die Erfahrung hat schon lange gelehrt, dass man die mit vergrösserter Ladespannung notwendig geforderte Funkenlänge nicht in nützlicher Weise beliebig vergrössern kann. Bei kleineren Kapazitäten erreicht der Energiekonsum im Funken bald einen hohen Wert; bei grösseren macht sich dies weniger schnell geltend, aber allgemein scheinen von einer gewissen Grenze ab mit zunehmenden Schlagweiten die Spannungen nicht mehr entsprechend stark zu wachsen.[1]) Und so kommt man auch hier wieder zu praktischen Grenzen.

2. Wesentlich diese Erwägungen waren es, welche mich schon im Jahre 1898 veranlassten nach Methoden zu suchen, die es gestatten sollten ohne Änderung der Schwingungszahl die für Ausstrahlung zur Verfügung stehende Energie zu steigern in der Art, dass ich die Ökonomie eines einzelnen Flaschenkreises beibehalten konnte.

Aus dieser Erwägung entstand damals die Schaltung[2]) Fig. 5 und 6. Hier sind eine An-

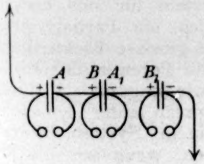


Fig. 5.

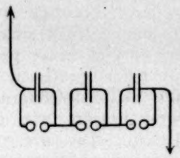


Fig. 6.

zahl Kondensatorkreise von genau gleicher Schwingungszahl hintereinander verbunden. Der Sender läuft durch alle hindurch. Die Kondensatoren wurden in Serie geladen, wie die beigesetzten $\pm$ angeben. Die Energie der n Kapazitäten C ist:

$$\frac{1}{2}\left(\frac{C}{n}\right)(nV)^2 = \frac{1}{2}nCV^2;$$

jeder einzelne Funke hat aber nur die der Teilpotentialdifferenz V entsprechende Dämpfung. Die induktive Verwendung zeigt Fig. 7. Eine Schaltung für weniger intensive aber dafür länger anhaltende Schwingungen des Senders ist Fig. 8. Die Funkenstrecken brauchen nicht genau gleich lang zu sein.

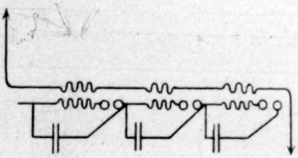


Fig. 7.

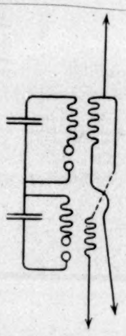


Fig. 8.

Schaltet man in einen der Kondensatorkreise einen grossen Ohmschen Widerstand (feuchten Bindfaden), so wird der Funke des betreffenden Kreises matt, während alle übrigen hell und schlagend bleiben. Die Anordnung verhält sich also so, als wenn jeder Kreis in sich ausschwingt. Ein ähnlicher Versuch zeigt aber, dass auch starke Ausgleichströmungen in den Verbindungsdrähten AB, $A_1 B_1$ (Fig. 5) vor sich gehen.

Mit dieser Schaltung sind wiederholt Versuche auf den Strassburger Forts gemacht worden; mit induktiver Koppelung z. B. in Gemeinschaft mit Hauptmann v. Sigsfeld im Sommer 1901, fernere mit direkter und induk-

1) Versuche darüber sind im hiesigen Institut angestellt, sollen aber noch in anderer Richtung fortgesetzt werden.

2) D. R.-P. No. 109378 vom 26. Januar 1899. Eine wesentlich gleiche Anordnung nimmt mit Anspruch No. 2 eines engl. Patentes aus dem Jahre 1901 (vgl. Electrician 6. November 1903, S. 85) die Marconi-Gesellschaft für sich in Anspruch. Meine englische Anmeldung (No. 1862 vom 26. Januar 1899) ist dabei wohl übersehen worden.

tiver von meinen Assistenten Herren Brandes und Mandelstam im Sommer 1902.

3. Auf diese Anordnungen bin ich zurückgekommen im Herbst 1902, nachdem ich mir Methoden ausgebildet hatte, welche gestatten, Phasendifferenzen zwischen schnellen Schwingungen nachzuweisen und zu messen, ohne das zu prüfende System störend zu beeinflussen (vgl. § 6). Diese Versuche führten dazu, die Schwingungskreise fester unter sich zu koppeln; eine solche Koppelung, welche das gleichphasige Einsetzen der Funken unterstützt, liegt schon vor in der isochronen, das System Fig. 5—8 durchsetzenden Senderschwingung. Einige andere Koppelungsarten zeigen Fig. 9 und Fig. 10. In Fig. 9 stellt der aus passend di-

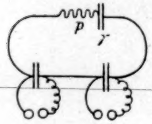


Fig. 9.

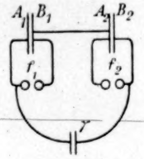


Fig. 10.

mensionierter Kapazität γ und Selbstinduktion p, in Fig. 10 der Kreis $\gamma f_1 B_1 A_2 f_2$ einen ‚Koppelungskreis' vor. Die in ihm auftretende Schwingung bewirkt mit Einsetzen von f_1 auch das zwangsweise von f_2. Eine andere Form ist Fig. 11. Die Kondensatoren liegen durch

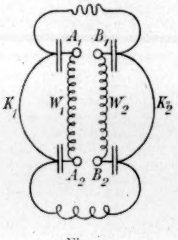


Fig. 11.

die grossen Ohmschen oder induktiven Widerstände w_1 und w_2 hindurch für Ladung in Parallelschaltung; wird aber z. B. die Funkenstrecke $A_1 B_1$ überschlagen, so setzt, durch die „Koppelungsbögen" K_1 und K_2 veranlasst, zwangsweise auch der Funke $A_2 B_2$ ein; es lässt sich zeigen, dass dies phasengleich erfolgt, wenn K_1 und K_2 möglichst frei von Selbstinduktion sind (vgl. § 6). Durch Einfügen von Selbstinduktion in einen derselben lässt sich auch eine regulierbare Phasendifferenz erzeugen. Ich komme auf diese und ähnliche Anordnungen bei einer anderen Gelegenheit zurück und wende mich nun zu einer Reihe weiterer Dispositionen.

4. Einen Typus zeigt Fig. 12. Die Kondensatoren werden parallel geladen; dazu dienen wieder die Ohmschen oder induktiven Widerstände w_1, w_2 und w_3. Sobald einer der Funken einsetzt, setzen auch die anderen ein, und es schliesst sich der ganze Kreis; die grossen Ladewiderstände werden, wie bekannt, dann praktisch ausser Thätigkeit gesetzt.

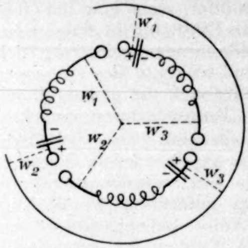


Fig. 12.

Fig. 13.

Die Überlegung, aus der die Anordnung entstanden ist, liegt hier sehr einfach und klar. Seien Einfachheit halber alle Kapazitäten C und alle Selbstinduktionen p gleich angenommen; n Kapazitäten geben bei der Ladespannung V offenbar die Gesamtenergie $\frac{1}{2} n C V^2$. Die Schwingungsdauer dagegen ist aus Cp bestimmt, da beim Entladen die Kapazitäten als hintereinander geschaltet nur $\frac{1}{n} C$, die Selbstinduktionen aber aus demselben Grunde np repräsentieren. Die Schwingungsdauer ist also ebenso gross, als wenn wir einen Kondensator C durch eine Selbstinduktion p schlössen. Es ist aber auch die Funkendämpfung offenbar dieselbe. Wir können (Fig. 13) „Belegung $+A$, Funkenstrecke f_1, Selbstinduktion p, Belegung $-B$" als ein System für sich herausgreifen. Nennen wir dies ein Partialsystem. In ihm entlädt sich eine gewisse Elektrizitätsmenge von einer gewissen Potentialdifferenz V mit einer gewissen Schwingungszahl N durch eine Selbstinduktion p genau unter denselben Bedingungen wie in einem System (Einzelsystem), das wir erhalten, wenn wir die Belegungen $+A$ und $-B$ zu einem Kondensator der Kapazität C zusammenstellen. Wenn nicht noch ganz unvorhergesehene Eigentümlichkeiten des Funkens existierten, so musste auch der Funke sich verhalten wie im Einzelsystem — und der Versuch bestätigte es.

Ich habe mich davon in der verschiedensten Weise überzeugt; ich will nur eine anführen. Man kann z. B. wie Fig. 14 angiebt, auf drei in Resonanz gebrachten, künstlichen Sendern, in jedem einzelnen derselben gleichzeitig dieselben Wirkungen (Endspannungen,

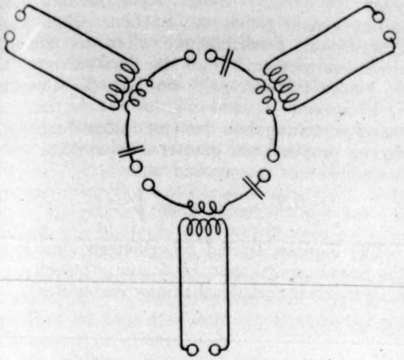


Fig. 14.

Wärmewirkungen etc.) erhalten, wie aus dem einzelnen. *Man arbeitet also mit derselben Ökonomie mit n Schwingungskreisen wie sie der einzelne besitzt; und dass keine nachweisbare Phasendifferenz vorhanden ist, lässt sich leicht in verschiedenen Arten zeigen.*

Es ist klar, dass man induktiv in allen möglichen Schaltungen die Energie ausnutzen kann; für Serienschaltung zeigt es Fig. 15; man kann aber auch in direkter Schaltung n getrennte Senderdrähte erregen.

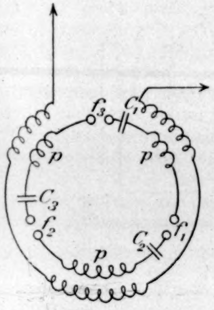


Fig. 15.

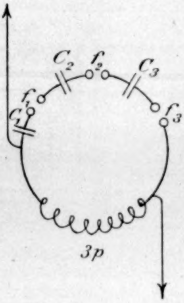


Fig. 16.

Eine für letzteren Zweck bequemere Anordnung giebt Fig. 16.

Der grosse Vorteil dieser Anordnungen liegt darin, dass man die Energie vermehrt, indem man in Parallelschaltung mit *kleinen Spannungen ladet*, und erst bei der Entladung die Einzelteile sich hintereinander schalten. Es kommen auf die Weise keine benachbarte Partien auf Spannungsdifferenzen, welche über die praktisch leicht zu erreichenden Isolationsansprüche hinausgehen.

Es ist ferner klar, dass man, *wenn aus Gründen, welcher Art auch immer, die Grenzen der Leistungsfähigkeit des Einzelsystems erreicht sind, man nun ohne Änderung der Schwingungszahl die Energie vergrössern kann.*

---

5. Ich wende mich zu einem anderen Punkte. Die bisherigen Erfahrungen sprechen dafür, dass es für jedes System (z. B. eine gegebene Kapazität) einen *günstigsten* (vielleicht noch von Schwingungszahl und Dämpfung abhängigen) Wert der Funkenlänge giebt, d. h. einen solchen, für den der von der Gesamtenergie im Funken absorbierte Prozentsatz ein Minimum ist, derart also, dass sowohl oberhalb als unterhalb dieser Funkenlänge der prozentische Energieverbrauch zunimmt. Die Aufgabe ist nun die folgende: Man sei gezwungen mit grösseren Entladespannungen zu arbeiten, als der günstigen Funkenlänge entspricht, soll aber trotzdem den Energiekonsum im Funken auf diesem besprochenen Minimalwert halten.

Die hierfür benutzten Schaltungen gehen von folgender Erwägung aus: Wir kennen von der Natur des Funkens noch recht wenig. Aber trotzdem dürfen wir die Annahme machen, dass sein Verhalten bei sonst gleichen Umständen (wie Material der Elektroden, Belichtung etc.) eindeutig bestimmt ist aus dem elektrischen Feld *vor* der Entladung und demselben *während* der Entladung. Sofern nun das Feld *vor* der Entladung in erster Linie bestimmt ist durch die Potential*differenzen*[1]) (und nur in sehr untergeordnetem Masse von deren sogenannten Absolutwerten, d. h. den gegen die Umgebung verlaufenden Kraftlinien) und während der Entladung durch die Strömung, sollten Funken von gleichem Verhalten (also gleichem Energiekonsum) entstehen, wenn man beide Bedingungen erfüllt.

Die Anordnung Fig. 17 genügt diesen Be-

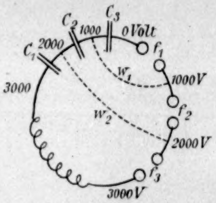


Fig. 17.

dingungen: den gestellten Anfangsbedingungen unmittelbar, den Strömungsbedingungen nach

1) In aller Strenge wird dies erreicht, wenn eine Elektrode die andere vollständig umschliesst, wie ich dies schematisch in dem D. R.-P. vom 26. Januar 1899 angedeutet habe.

den vorherigen Erfahrungen aller Voraussicht nach. Es bedeuten w_1 und w_2 wieder grosse Widerstände; die Zahlen 3000, 2000, 1000, 0 bezeichnen beispielsweise angenommene Anfangspotentiale. Der Versuch bestätigte die Voraussicht.

Dieser Versuch wurde dann von Herrn Rendahl in meinem Institut umgeändert, wie Fig. 18 zeigt. Hier bewirken die kleinen

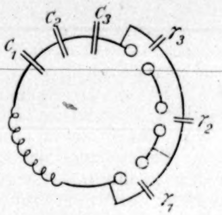


Fig. 18.

Hilfskondensatoren γ_1, γ_2 und γ_3 eine zweckmässige, den Funkenstrecken entsprechende Potentialverteilung, eine Anordnung, ähnlich der früher als „Kaskadenschaltung" bezeichneten, wie sie in der Technik für statische Voltmeter benutzt wird und wie ich sie gelegentlich für Eichung solcher Instrumente schon früher verwendet habe.[1]) Die Kapazität der kleinen „Spannungsverteiler" kommt für die Energie des ganzen Systems nicht in Betracht.

Um ihre Schwingungen ganz vom System abzuschalten, können noch grosse Ohmsche oder induktive Widerstände in die Zuleitungen von den Hilfskondensatoren zu den Funkenstrecken eingeschaltet werden.

Der Unterschied dieser Anordnung von Funkenstrecken gegenüber der Unterteilung einer grösseren Funkenstrecke durch eingeschobene isolierte Kugeln — die auch thatsächlich wertlos ist — braucht nicht hervorgehoben zu werden. Man kann durch die hier gegebene rationelle Teilung der Funkenstrecken grosse Spannungen ökonomisch ausnutzen. Die günstigste Partialspannungsdifferenz wird nach den Ergebnissen von Messungen, die im hiesigen Institut ausgeführt wurden, für Funkenkugeln üblicher Grösse bei etwa 15000 Volt (0,5 cm Funkenlänge) liegen.

6. Die Methode, Phasenverschiebungen zu messen, beruht darauf, dass man in zwei Sekundärspulen s_1 und s_2 bei möglichst loser Koppelung durch Induktion elektromotorische Kräfte erregt und eine Grösse misst, welche der aus beiden Einzelkräften resultierenden elektromotorischen Kraft proportional ist, wenn die Spulen s_1 und s_2 das eine Mal „hintereinander" und das andere Mal „gegeneinander" geschaltet sind.[1]) Beide Komponenten sind vorher genau gleich zu machen. Man kann entweder mit Funkenlängen oder mit Wärmewirkungen messen. Sind die Funkenlängen für die beiden Fälle resp. f_1 und f_2, die Thermometerangaben T_1 und T_2, so ist (sofern die Thermometerangaben den Quadraten der Stromstärken proportional gesetzt werden dürfen) die Phasendifferenz φ gegeben aus

$$tg\,\frac{\varphi}{2} = \frac{f_2}{f_1} \text{ resp. } \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}.$$

Die Figuren 19 und 20 erläutern zwei Fälle (die Schwingungskreise sind zur Abwechslung in Hintereinanderladeschaltung verbunden).

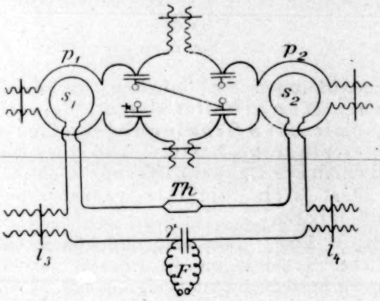


Fig. 19.

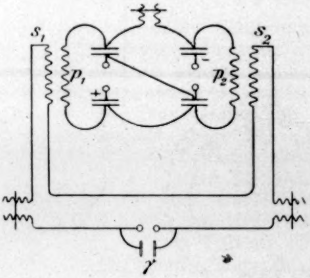


Fig. 20.

In Figur 19 wird s_1 von p_1, s_2 von p_2 aus erregt. Der Messkreis ist durch den Kondensator γ und die Selbstinduktionen l_3 und l_4, die gleichzeitig zur Schwächung der Koppelung dienen, auf Resonanz gebracht. Man misst entweder mit dem Thermometer *Th* oder einer Funkenstrecke *F*, die dem Kondensator γ parallel gelegt ist. Die Zuleitungen zu ihr werden am besten nicht zu klein gewählt, um die Funkenlängen etwas zu vergrössern. Da man nicht auf

1) F. Braun, Wied. Ann. **44**, 771, 1891.

1) Vgl. einen Spezialfall davon: F. Braun, Ann. d. Phys. (4), **8**, 207, 1902.

streng quasistationäre Strömung (was man durch die Angaben des Thermometers *Th* an verschiedenen Stellen kontrollieren kann) wird rechnen dürfen, so ist auf möglichste Symmetrie in Bezug auf das Messinstrument zu achten. Die Induktionswirkungen von Teilen der Strombahn, welche man nicht wünscht, sind unangenehm und sehr zu beachten. Ebenso pflegen Umschalter, wenn auch von kleinen Dimensionen und aus Paraffin hergestellt, Störungen zu geben. Man berücksichtige bei der Prüfung der Gleichheit der Wirkungen auf resp. s_1 und s_2 diese Umstände, desgleichen, ob die Resonanzstellen in allen drei Fällen (s_1 resp. s_2 allein, $s_1 \pm s_2$) unverändert sind. Das Thermometer ist besser durch ein empfindlicheres Instrument zu ersetzen.

Die gleichen Bemerkungen gelten in noch erhöhtem Masse für die Anordnung nach Fig. 20. Hier ist im Sekundärkreis nahezu eine halbe Wellenlänge hergestellt. Man kann ganz ohne Kondensator in demselben arbeiten. Ein kleiner Kondensator γ ist aber zweckmässig; das Ganze wird nicht so empfindlich gegen undefinierte Kapazitätsänderungen.

Die Methoden geben trotz der besprochenen Schwierigkeiten immerhin Anhalte, und wenn man sich auf die Beantwortung passend gestellter Fragen beschränken kann, sogar gute Resultate. Ich habe wenigstens eine ganze Reihe von Ergebnissen, die mit schnellen Schwingungen (über 10^6) gewonnen waren, obschon die Messungen offenbar noch nicht ganz einwandfrei waren, mit Schwingungen geringerer Frequenz (etwa 10^4) unter Anwendung der Kathodenstrahlröhre verifiziert gefunden.

Bei den Schaltungen nach Fig. 12 und 15, wo es sich freilich um die einfachere Frage der Phasengleichheit handelte, gab z. B. die Prüfung eines Systems von vier Kondensatoren das Folgende. Zwei Spulen des zu prüfenden Systems wurden zur Induktion auf zwei Spulen s_1 und s_2 herangezogen. Es gab

$s_1 + s_2$: Funke = 3,6 mm; starke, helle Funken; Thermometer = 170 *Sc*

$s_1 - s_2$: Funke : schwaches Fünkchen, von etwa 0,1 mm; Thermometer kaum 1 *Sc*

Ebenso ausgesprochen zeigt sich, wenn die Koppelungsbogen K_1 und K_2 möglichst frei von Selbstinduktion sind, die Phasengleichheit für die Schaltung Fig. 19. Bei Hintereinanderschaltung von s_1 und s_2 ein lebhafter, knallender Funke von etwa 2 mm; bei Gegeneinanderschaltung ein kaum sichtbares mattes Fünkchen. Es kommt aber **niemals** vor, dass dazwischen auch nur ein einziges Mal ein lebhafter Funke erscheinen würde — ein Beweis, in welcher absolut sicheren Weise die sonst so launischen Funken voneinander abhängig gemacht sind Dieses schwankende unbestimmte Verhalten der Funken tritt sofort auf nach Entfernung eines Koppelungsbogens.

Strassburg i. Els., April 1904.

(Eingegangen 3. April 1904.)

Herstellung doppelt brechender Körper aus isotropen Bestandteilen.

Von Ferdinand Braun.

1. Die Erklärung der Doppelbrechung führt auf die Hypothese, dass nach drei zu einander senkrechten Richtungen entweder die Dichte oder die Elastizität oder endlich die Dielektrizitätskonstante verschiedene Werte hat. Wir reden nur von der letzteren Annahme. Man kann sich mit der prinzipiellen, experimentell verifizierten Forderung begnügen, oder aber man kann nach einer Anschauung für diese Annahme suchen. In der Auffassung des Dielektrikums als eines Gemenges von leitenden Partikelchen, die in ein nichtleitendes Medium eingebettet sind, hat Lampa rechnerisch zwei Hypothesen verfolgt; entweder [1]) er betrachtet die leitenden Partikelchen als Ellipsoide oder er denkt sich kugelförmige leitende Teilchen eingeordnet derart, dass die Zahl derselben pro Längeneinheit nach den drei verschiedenen Richtungen eine verschiedene ist. [2]) Es giebt noch eine andere Möglichkeit. Denkt man sich in einem isotropen Dielektrikum Teilchen eines anderen mit anderer, sagen wir, grösserer Dielektrizitätskonstante verteilt, welche isotrop, aber nach verschiedenen Richtungen verschieden ausgedehnt sind und, welche, Einfachheit halber, gleichmässig verteilt und parallel zu einander orientiert sein sollen, so entsteht gleichfalls ein Körper, welcher die Eigenschaften der Doppelbrechung unter gewissen Bedingungen zeigen muss. Diese Bedingung besteht darin, dass das Gemisch beider Dielektrika den in Betracht kommenden Wellen gegenüber sich wie ein homogener Körper verhält.

Ist diese Bedingung erfüllt, so können wir von drei verschiedenen Dielektrizitätskonstanten reden und werden, solange wir im Gebiete dieser Wellenlängen bleiben, auch experimentell nichts anderes nachweisen können.

Dieser Schluss ergibt sich ohne weiteres. Wir wollen Einfachheit halber annehmen, die Teilchen des zweiten Dielektrikums seien rechtwinklige Parallelepipeda. Denkt man sich ein einzelnes frei drehbar in einem homogenen elektrischen Feld (das im übrigen im Dielektrikum mit der Dielektrizitätskonstante 1 verlaufen soll),

1) A. Lampa, Wien. Ber. **104**, 2a, 681, 1179, 1895.
2) A. Lampa, Wien. Ber. **111**, 2a, 982, 1902.

so werden drei bevorzugte Einstellungsrichtungen des Parallelepipedons existieren: eine, wo die kleinste Kante desselben den Kraftlinien des ungestörten Feldes parallel liegt, eine zweite, wenn die längere Kante, eine dritte, wenn die längste Kante diese Lage hat. Die letzte ist die stabilste. Rührt das Feld von zwei Kondensatorplatten her, welche mit unveränderlichen Elektrizitätsmengen geladen sind, so hat, da die potentielle Energie des Systems dann ihren kleinsten Wert besitzt, die Kapazität des Kondensators oder die Dielektrizitätskonstante des Zwischenraumes ihren Maximalwert.

Diese Veranschaulichung der theoretischen Forderung einer Verschiedenheit des dielektrischen Verhaltens eines Stoffes nach verschiedenen Richtungen ist so nahegelegen, dass ich nicht annehmen kann, sie sei nicht schon ausgesprochen, obschon ich sie in der Litteratur nicht habe finden können. Sie ist aber, wie das Folgende zeigen soll, auch nützlich; und in diesem Nachweis sehe ich ihren Wert.

2. Man sollte — jedenfalls bis zu einem gewissen Grade — doppeltbrechende Körper aus einem Gemenge isotroper Stoffe in der angegebenen Weise nachahmen können, wenn man sich etwa den Luftraum in lauter Würfel zerlegt dächte und in jedem Mittelpunkt eines solchen ein Parallelepipedon anbrächte, alle parallel zu einander orientiert. So ist der Versuch nicht ausführbar; ich habe ihn daher in etwas anderer Weise angestellt — zunächst mit elektrischen Wellen.

Es wurde ein Gitter aus Backsteinen (feuerfeste, lufttrockene Steine, wie sie zur Ausfütterung von Kesselanlagen dienen) aufgebaut. Die Dimensionen des einzelnen Steines waren $6 \times 12 \times 24$ cm. Das Gitter war 1,1 Meter hoch und ebenso breit. Es bestand aus 11 „Gitterstäben" von 6 cm Breite, getrennt durch ebenso breite Luftschlitze. Seine Dicke war 24 cm.

Die Wellen wurden wesentlich nach Righischer Art in der Brennlinie eines cylindrischen Hohlspiegels (Polarisator) von 70 cm Achsenlänge (und 70×96 cm Öffnung) erzeugt und in einem ebensolchen Hohlspiegel (Analysator), in dessen Brennlinie ein Righischer Resonator lag, aufgefangen. Die Spiegel waren jeder um eine horizontale Achse drehbar. Ihre gegenseitige Entfernung variierte bis zu mehreren Metern.

Die benutzten halben Wellenlängen waren etwa 17, 24 und 34 cm; zur Kontrolle wurde noch eine solche von nahezu 70 cm gebraucht.

3. Ich war von vornherein darauf gefasst, dass man Erscheinungen beobachten müsste, welche sich aus der folgenden Erwägung ergeben: Eine ebene Welle falle senkrecht auf ein unendlich ausgedehntes Gitter. Die elektrischen Schwingungen seien parallel den Gitterstäben, also vertikal. Es gehen dann Wellen hindurch durch die Luftschlitze mit einer Geschwindigkeit v_1, durch die Gittersubstanz mit der Geschwindigkeit v_2. In einer Brennebene zur Interferenz gebracht, würden sie eine lineare Schwingung mit einer Amplitude A_1 und einer Phase φ_1 geben; A_1 und φ_1 bestimmen sich aus der Energieverteilung zwischen den durch die beiden Gitterbestandteilen wandernden Energieanteilen und den Gangunterschieden. Ändert sich diese Energieverteilung dadurch, dass man die ankommende Schwingung gegen die Gitterstäbe um 90^0 verdreht hat, so wird aus ihnen in der Brennlinie eine horizontale Schwingung mit einer anderen Amplitude A_2 und einer anderen Phase φ_2 entstehen. Beide zu einander senkrechte Schwingungen haben daher eine Phasendifferenz $\varphi_1 - \varphi_2$ und würden Erscheinungen geben, welche in gewissen Beziehungen denen der Doppelbrechung gleichen (in anderer aber, nämlich bei festgesetzter Vergrösserung der Gangunterschiede, sich von ihnen unterscheiden).

Optische Erscheinungen, welche sich wahrscheinlich hierauf zurückführen lassen, sind schon lange von Quincke[1]) beobachtet und beschrieben worden.

Obschon ich also darauf gefasst war, auf solche Erscheinungen zu stossen, interessierte mich doch der Versuch, den ich zur sicheren Beurteilung von Beobachtungen auf einem anderen Gebiete wünschte, derart, dass ich ihn anstellte.

4. Mit einem einzigen Backsteingitter zeigte sich, wie zu erwarten war, noch gar nichts Sicheres. Es wurden daher drei solcher Gitter, zur Vermeidung von Reflexionsverlusten, direkt aneinander gesetzt. Die Erscheinungen zeigten sich aber weder — soweit dies zu beurteilen möglich war — quantitativ, noch qualitativ so, wie sie nach den in § 3 angestellten Erwägungen hätten sein sollen. Auch andere Erklärungsmöglichkeiten fielen weg. Das Resultat war, kurz gesagt, das folgende:

Ich will von den kleineren Wellenlängen $\left(\frac{\lambda}{2} = 17 \text{ und } 24 \text{ cm}\right)$, welche kompliziertere Resultate (vielleicht infolge einer Superposition der nach § 3 zu erwartenden Erscheinungen) zu geben scheinen, nicht reden. Für den Oszillator $\frac{\lambda}{2} = 34$ cm verhielt sich das Backsteingitter wie eine homogene, doppeltbrechende Masse.

Der Oszillator sei gestellt unter 45^0 gegen die Vertikale; wir wollen diese Stellung als im ersten oder positiven Quadranten befindlich bezeichnen. Mit etwa $2\frac{1}{2}$ Backsteindicken ver-

1) G. Quincke, Pogg. Ann. **146**, 1, 1872; **149**, 273, 1873.

lassen die Schwingungen das Gitter als nahezu cirkular; mit drei Backsteindicken ist die grosse Achse der Schwingungsellipse in den zweiten Quadranten gedreht. Die vertikalen und die horizontalen Schwingungen werden mit wesentlich gleicher Intensität durch das Gitter hindurchgelassen.

Messungen sind nicht zuverlässig. Ich habe mich daher vorzugsweise auf die Entscheidung, ob die Schwingung nahezu cirkular ist, resp. auf die Ermittelung, in welchem Quadranten die Hauptachse der Schwingungsellipse gelegen ist, gestützt, da dies ein qualitativ sicheres Kriterium giebt. Zu diesem Ende sollte das Gitter so lange dicker gemacht werden, bis die durchtretende Schwingung wieder auf linear im ersten Quadranten zurückgekommen war. Mit sechs Backsteingittern lag die Hauptachse noch immer im zweiten Quadranten, mit acht bis neun wurde die Schwingung wieder nahezu cirkular, endlich mit zehn war die Hauptachse wieder in den ersten Quadranten zurückgedreht, die Schwingung schien aber noch nicht linear zu sein. Ich schätze, dass ich, um dies vollkommen zu erreichen, elf bis zwölf solcher Gitter hätte aufbauen müssen. Ich habe mich mit den zehn Stück begnügt; das ganze Gitter war bereits mehr als $2^1/_2$ Meter dick, wog etwa 80 Zentner und sein Rohmaterial repräsentierte schon über 200 Mark Wert.

Mit dem längsten Oszillator wurde aber kontrolliert, dass der Gangunterschied für seine Wellenlänge übereinstimmte mit dem aus der etwa halb so langen Welle gefundenen; z. B. lag die Hauptachse seiner Ellipse im negativen Quadranten, wenn die der kürzeren Welle wieder in den positiven zurückgekehrt war; er zeigte cirkulare Schwingung bei 6 Gittertiefen, wo der kleinere nahezu lineare in -45^0 gab.

5. Die Differenz der Brechungsexponenten der beiden Wellen ist etwa 0,22, d. h. grösser als die Differenzen des ordinären und extraordinären Strahles für sichtbares Licht im Kalkspat (0,17). Die Doppelbrechung ist also ganz überraschend groß.

Die Unterschiede, welche danach den beiden Dielektrizitätskonstanten entsprechen, müssen sehr erhebliche sein. Wenn auch eine genaue, oder gar zur quantitativen Vergleichung brauchbare Bestimmung derselben mit dem verwendeten Material schwer möglich ist, so wurden doch zur qualitativen Kontrolle einige Versuche gemacht. Mittels der Stimmgabelmethode (123 Unterbrechungen pro Sek.) wurde die Kapazität zweier Blechplatten von etwa 1 Quadratmeter Fläche bestimmt, die vertikal in einem Abstand von 0,5 Meter voneinander aufgestellt waren, wenn ein aus Backsteinen mit entsprechenden Luftschlitzen aufgebauter Würfel von 48 Centimeter Kantenlänge dazwischen gebracht wurde. Er bestand aus 109 kg Backsteinen und $4^1/_2$ kg Holz, hing an einem Hanfstrick und konnte mittels Flaschenzuges gehoben und gesenkt werden. Er wurde in das Feld so gebracht, dass die Kraftlinien das eine Mal senkrecht zur Basis 48×48 cm Backsteinmasse von 6 cm Dicke durchliefen, dann einen ebenso dicken Luftschlitz, wieder eine Backsteinmasse u. s. w.; das andere Mal durch die Backsteingitter von je 48 cm Tiefe, ebensolcher Höhe und 6 cm Breite und daneben durch die ebenso dimensionierten Luftschlitze.

Das qualitative Ergebnis stimmte mit der Erwartung überein. Ein zweiter Versuch mit nähergestellten Kondensatorflächen und ähnlicher Anordnung ergab gleichfalls eine sehr beträchtliche Differenz der mittleren Dielektrizitätskonstanten. Je nachdem nur Luft (12 cm dick) dazwischen war, oder die Hälfte durch eine gleichförmige Backsteinlage von 6 cm Dicke ausgefüllt war oder endlich die letzteren hochkant, mit Luftschlitzen dazwischen, gestellt waren, ergaben sich die mittleren Dielektrizitätskonstanten zu 1,43 und 3,7. Da aber aus der ersten Beobachtung sich die Konstante des Backsteines zu 2,6 berechnet, so heisst dies, dass noch störende Umstände, wahrscheinlich vorzugsweise von dem Austreten vieler Kraftlinien aus den Rückseiten der Belegungen herrührend, vorhanden waren.

6. Auf das Quantitative lege ich keinen Wert, qualitativ ist aber die Erscheinung ausser Zweifel. Ich will dazu bemerken, dass ein Teil der Versuche über Doppelbrechung in zwei verschiedenen Räumen von wesentlich anderen Dimensionen etc. mit dem gleichen Erfolg wiederholt wurden. Auch wurden die entscheidenden Versuche ohne Analysatorspiegel einfach durch einen hinter das Gitter gehaltenen Resonator kontrolliert, das Bild des Spiegels damit abgesucht etc.

7. Meine Versuche berühren sich mit denen von Righi[1]), Mack[2]), Bose[3]) u. a. über elektrische Doppelbrechung. Sie unterscheiden sich aber von ihnen durch das Folgende: Diese Forscher haben entweder mit Substanzen gearbeitet, welche direkt optisch doppelbrechend oder doch wenigstens als solche verdächtig sind. Dies gilt ohne weiteres für die von ihnen verwendeten Krystalle und für das Holz. Aber auch die von Bose und Mack verwendeten Papierlagen bestehen jedenfalls aus optisch nicht isotropem Material, da jede Papierfaser, wie bekannt, unter dem Mikroskop stark doppelt brechend erscheint. Von den geschichteten Gesteinen, welche Bose verwandt hatte,

1) Vgl. Righi, Optik d. el. Schwggen. Leipzig 1898.
2) Mack, Wied. Ann. **54**, 342; **56**, 717 insbes. 731, 1895.
3) Bose, Phil. Mag. (5), **43**, 55, 1897.

nimmt er selber an, dass sie infolge des Druckes, dem sie bei ihrer Bildung ausgesetzt waren, doppelbrechend seien.[1])

Dazu kommt, dass diese Körper meist für die Schwingungen parallel und senkrecht zur Faserrichtung verschieden durchlässig waren.

Im Gegensatz dazu sollte hier der Beweis erbracht werden, dass man aus an sich isotropen rein dielektrischen Materialien ein Medium konstruieren kann, welches die Eigenschaften eines doppelt brechenden Stoffes besitzt. Das Gitter verhält sich wie eine Kalkspatplatte.

Es ist natürlich, dass man durch andere Materialien (etwa mit Wasser gefüllte Glasröhren) auch die dichroitischen Erscheinungen nachahmen kann; desgleichen, den Reuschschen Glimmertreppen analog, die Drehung des Quarzes. Dies hat mit gedrillten Jutefasern schon Bose[2]) gemacht.

8. In den vorstehend besprochenen Versuchen waren die Querdimensionen der Stäbe etwa $^1/_{12}$ der Wellenlänge. Schon dann verhielt sich der Körper, soweit beurteilt werden konnte, wie homogen. Dies stimmt mit anderen optischen Erfahrungen gut überein.[3])

Man sollte die Erscheinungen nun auch optisch nachahmen können. Dies ist mir mittels der früher beschriebenen Metallgitter[4]) einigermassen gelungen; ich habe Zerstäubungsgitter aus Silber durch Chlorieren oder Bromieren in durchsichtige Gitter verwandelt und dann an einzelnen Stellen das erwartete Verhalten schwach, aber deutlich beobachten können. Ebenso an Zerstäubungsgittern aus Messing oder Stahl, nach deren Oxydation durch Erhitzen; auch durch Sulfurieren von Silbergittern. Da die letztgenannten Verbindungen in dickerer Schicht nicht mehr durchsichtig sind, braucht man ihr Verhalten nicht als beweisend zu betrachten.

Die Erscheinungen sind bei der genannten Herstellungsart viel weniger ausgesprochen als diejenigen der metallischen Gitterpolarisation. Dies ist nicht überraschend, da man von Dielektrizis dickere Schichten braucht als von Metallen; und dort, wo die Schichten vielleicht dick genug sind, werden die Zwischenräume voraussichtlich zu eng geworden sein.

Ich habe mich aber vorläufig mit Versuchen nach dieser Richtung hin nicht länger aufgehalten, da bereits Thatsachen vorliegen, durch deren Verfolgung dieser letzte Teil meiner Ansicht nach bewiesen werden kann. Es sind dies Beobachtungen, wie sie von Majorana[1]) und im Anschluss daran von Schmauss[2]) gemacht worden sind. Erforderlich wäre nur nachzuweisen, dass man die Majoranaschen Erscheinungen auch dann erhält, wenn die supponierten gerichteten Teilchen sicher nicht schon selber doppelt brechend sind. Die im Bravaisschen Eisen und anderen der artigen kolloidalen Lösungen enthaltenen Partikelchen scheinen optisch nicht isolierbar zu sein; das Ganze verhält sich, jedenfalls für das blosse Auge, homogen. Mit direkt als Trübung sichtbaren Teilchen haben die Herren Brandes und Mandelstam im hiesigen Institut die magnetische Doppelbrechung erhalten; sie haben zu Eisenchloridlösung etwas Quecksilberchloridlösung zugefügt; nach schwachem Erwärmen entsteht eine Trübung; die suspendierten Teilchen halten sich sehr lange schwebend; diese Lösung gab die magnetische Doppelbrechung. Unentschieden ist allerdings auch hier, ob die Teilchen für sich isotrop sind.

Dies müsste mikroskopisch geprüft werden. Denn die ähnlichen von Meslin und Chaudier[3]) in elektrischen und magnetischen Feldern beobachteten dichroitischen Erscheinungen waren bis jetzt immer an die Gegenwart suspendierter, kleiner doppelbrechender Krystalle gebunden. Man müsste aber Doppelbrechung auch mit nachgewiesen isotropen Substanzen erhalten können.

9. Ob man jede Form bekannter Doppelbrechung auf die hier vorgetragene zurückführen kann, ist eine noch nicht beantwortbare Frage. Vorauszugehen hätte die Entscheidung, ob die Doppelbrechung der Krystalle wirklich damit in Übereinstimmung ist. Es wird zwar für jede beliebige Form der eingebetteten dielektrischen Teilchen im allgemeinen drei zueinander senkrechte ausgezeichnete Einstellungsrichtungen und damit drei „Hauptdielektrizitätskonstanten" des Mittels geben. Es müsste aber nachgewiesen sein, dass Verteilungen nach der Art der hier angenommenen möglich sind, welche auch für die zwischen den Hauptrichtungen gelegenen auf richtige Werte für die Dielektrizität führen.[4]) Ein weiteres Bedenken sehe ich in der Existenz der sogen. gekreuzten Dispersion zweiachsiger Körper, wenn auch andererseits die Beobachtung[5]), dass Fundort und Bau der Krystalle von Einfluss sind, vielleicht auf einen Zusammenhang mit solcher Gitterstruktur hinweist.

1) Bose, Electrician vom 27. Dez. 1895, S. 291.
2) Bose, l. c.
3) C. Christiansen, Wied. Ann. **23**, 298, 1884; **24**, 439, 1885. J. Stscheglayew, Wied. Ann. **64**, 325; **65**, 745, 1898.
4) F. Braun, Sitzungsber. Berl. Akad., S. 154, 1904.

1) Q. Majorana, Compt. rend. **135**, 159, 235, 1902; vgl. diese Zeitschr. **4**, 145, 1902.
2) A. Schmauss, Ann. d. Phys. (4), **10**, 658; **12**, 186, 1903.
3) J. Chaudier, Compt. rend. **137**, 248, 1903, vgl. daselbst auch die Litteraturangaben bez. Meslin.
4) Vgl. dazu die unter der Annahme leitender Teilchen geführte Rechnung von A. Lampa, Wien. Ber. **104**, 2a, 1179, 1895; ibid. **111**, l. c.
5) Liebisch, Fortschr. d. Phys. **2**, 143, 1893.

Es sind zahlreiche Beobachtungen über sog. optische Anomalien bekannt, z. B. dass Mischkrystalle von verschiedenen Alaunen oder von chlorsaurem und bromsaurem Natron, welche alle dem regulären Systeme angehören, in gewissen Gebieten ein- und zweiachsig erscheinen.[1]) Ich bin über diese Gegenstände nicht orientiert und muss es den Fachleuten überlassen, zu versuchen, ob die Gesichtspunkte, die sich aus meiner Mitteilung ergeben, zur Klärung solcher Fragen mit Nutzen herangezogen werden können. Die prinzipielle Möglichkeit liegt jedenfalls vor, aus isotropem Material doppelbrechendes aufzubauen. Es wäre natürlich kein Fortschritt, wenn man damit für den Ausdruck „innere Spannung" in letzter Instanz nur einen anderen Namen einführen würde.

1) Vgl. z. B.: R. Brauns, Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. 1, 203, 1892 „Die durch isomorphe Beimischung anomalen sind neben den durch Dimorphie anomalen die interessantesten. Die Spannungen in ihnen werden durch Kräfte hervorgerufen, für deren Auftreten wir noch keinen sicheren Grund angeben können."

Strassburg i. E., 27. März 1904.

(Eingegangen 29. März 1904.)

Der experimentelle Nachweis des elektrischen Feldes im Innern von in Elektrolyte tauchenden Isolatoren; kontinuierliche Rotation des Isolators in vorgeschriebenem Sinne.

Von Wladimir von Nicolajew.

Nebenstehende Figur (Fig. 1) stellt im Horizontalschnitt einen Isolator D_1 dar, welcher in einen Elektrolyten taucht, dessen elektrische Permeabilität den Wert D_2 besitzt; die Linie *abfde* ist das Bild der Stromlinie — der Faradayschen Röhre. Auf dem Boden der Kirchhoff-Ohmschen[1]) Theorie werden die elektromotorischen Kräfte im Innern der Leiter hervorgerufen durch Oberflächenladungen, deren Potentiale von einem Querschnitt zum andern sich verändern; in jedem Punkt der Linie *bfd*, welche den Isolator durchschneidet, müssen sich auch die elektrischen Kräfte befinden, welche von Oberflächenladungen hervorgerufen werden; mit einem Worte, die Linie *bfd* muss der Sitz einer Faradayschen Röhre sein.

In meiner Arbeit „Über das elektro-stationäre Feld in Leitern und Elektrolyten" (diese Zeitschrift 4, 709—713, 1903) zeige ich, dass die äussersten Ladungen von Faradayschen Röhren, ähnlich wie die Röhre *bfd*, einen Wirbelstrom hervorrufen können, und da ein derartiger Strom in Wirklichkeit nicht vorhanden ist, so habe ich den Schluss gezogen, dass Oberflächenladungen im Innern eines Isolators ein elektrisches Feld nicht hervorrufen können; ich habe sogar einen Versuch vorgeschlagen, der eine Lösung der Frage gestatten würde. In meiner ersten Arbeit (diese Zeitschrift 4, 549, 1903) behaupte ich, dass, wenn selbst der Isolator für elektrolytische Röhren durchlässig wäre, die Versuche glücken müssten in Anbetracht der erheblichen Permeabilität, die das Wasser im Vergleich zum Glimmer und zum Glase besitzt.

1) August Beer, Elektrostatik, S. 310—312.

Nunmehr bin ich auch davon überzeugt, dass die Oberflächenladungen und ihr Potentialabfall durchaus nicht die Ursachen des elektrischen Stromes darstellen, dass vielmehr dieser Abfall eine Folge des inneren Vorganges ist und die Rolle eines Indikators spielt, um so mehr, als Induktionsströme ohne irgendwelche Verteilung der Oberflächenladungen bestehen können. Wenn auch äussere Ladungen weder im Innern der Leiter, noch in darin angebrachten Isolatoren ein Feld erzeugen, so könnte doch sehr wohl der Strom selbst dieses Feld erregen; die Frage müsste

Fig. 1.

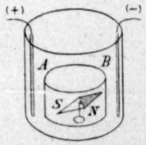


Fig. 2.

durch den Versuch entschieden werden, und der Versuch hat mir ganz entschieden gezeigt, dass das Feld im Inneren eines in einen Leiter (Elektrolyt) gesenkten Isolators wirklich besteht, und recht eigentümliche Eigenschaften besitzt.

Herr Professor Emil Cohn hat aus Anlass meiner Untersuchungen (diese Zeitschrift 4, 546 bis 549, 1903) eine Arbeit „Über die Bewegungen von Isolatoren in elektrisch durchströmten Leitern" (diese Zeitschrift 4, 549—551, 1903) veröffentlicht, in welcher eine vollständige theoretische Erklärung aller meiner Versuche dargelegt ist. Wenn Verfasser auch das Vorhandensein eines Feldes im Inneren des Isolators behauptet, so sind doch die Ergebnisse unserer Darlegungen die gleichen; Prof. Cohn, nach dem obiges Feld an der Bewegung des Isolators keinen Anteil nimmt, und ich, der ich das Vorhandensein dieses Feldes in Abrede stelle, gelangen beide zu demselben Resultat; alle Bewegungen von Isolatoren werden ausschliesslich durch die Seitendrucke der Faradayschen Röhren verursacht; die Triebkräfte hängen nur von der elektrischen Permeabilität des Elektrolyten und den relativen geometrischen Verhält-

nissen und keineswegs von der Permeabilität des Isolators ab.

Professor Cohn kennzeichnet das dielektrische Feld folgendermassen: 1. es wird durch das Volumen des Isolators lokalisiert; 2. es steht in keiner Beziehung zu den elektrolytischen Röhren; 3. die Feldkräfte verhalten sich wie ein System innerer Kräfte und ergeben weder eine resultierende Kraft, noch ein Drehungsmoment.

Leider hatte ich keine Gelegenheit, mir den Artikel zur Zeit zu verschaffen; sonst wären meine weiteren Versuche, deren Beschreibung in vorliegender Nummer folgt, schon längst ausgeführt worden.

Erster Versuch. Man senkt ein kleines plattes Gefäss *AB* (Fig. 2) zwischen zwei Elektroden vollständig in Wasser; das Gefäss ist mit einem Deckel verschlossen, und die eingeschlossene Luftmasse und das Glas der Wände spielen die Rolle eines im Inneren eines Leiters angebrachten und vom Strome durchflossenen Isolators; wenn im Isolator ein elektrisches Feld besteht, so müssen seine Kräfte auf jeden im Cylinder angebrachten beweglichen Leiter einwirken. Wenn man in das Gefäss eine Magnetnadel (*NS*) einschliesst, welche sich um einen senkrechten Zapfen dreht und den Strom eines Transformators zu 14000 Volt hineinschickt, so beobachtet man, dass die Nadel sich sehr energisch in die Ebene der Elektroden, d. h. senkrecht zu den Linien des Magnetfeldes einstellt, welches im übrigen sehr schwach ist. An Stelle eines Magneten kann man eine Kupfer- oder Aluminiumplatte benutzen, welche an einem am Deckel eines cylindrischen Gefässes (das höher ist als das vorher erwähnte) befestigten Kokonfaden hängt; die Platten schwingen an dem Kokonfaden und stellen sich axial zwischen den Elektroden ein.

Der besondere Apparat. Zum endgültigen Nachweis des Vorhandenseins eines Feldes im Inneren von eingetauchten Isolatoren habe ich den vorhergehenden Apparat benutzt und auch einen besonderen Apparat konstruiert, mit dem man den inneren Raum des Isolators in der Hand haben kann. Ein Cylindergefäss (*A C*) (Fig. 3 und 4), welches in eine zugestöpselte Röhre endigt, ist nicht mit Wasser, sondern nach Professor Nernsts Vorschlag mit Nitrobenzol angefüllt; die Permeabilität des letzteren (25) ist kleiner als die von Wasser (79—81); da die Flüssigkeit aber andererseits unvergleichlich weniger leitfähig ist, konzentriert sie die Potentialdifferenzen besser; da ferner der Transformator Potentialdifferenzen bis zu 15000 Volt gibt, so wurde Wasser zu schnell warm, als dass es sich hätte als Elektrolyt benutzen assen.

An einem Seidenfaden, der an dem Stöpsel *B* befestigt ist, ist ein zweites bewegliches Glasgefäss *DE* aufgehängt, welches in dem Nitrobenzol schwimmt und den Faden mit sich zieht; das Gefäss *DE* mit der eingeschlossenen Luft spielt die Rolle des in den Elektrolyten gesenkten Isolators; die in das Nitrobenzol eintauchenden Streifen P_1 Q_1 sind die mit den Klemmen des Transformators zu 15000 Volt verbundenen Elektroden; die Kurven *a b* geben zwei Stromlinien an; V_1 und V_2 sind die Potentiale am Isolator; schliesslich ist *M* eine an einem Kokonfaden hängende Metallplatte, welche sich ganz unten am Gefäss befindet, damit die

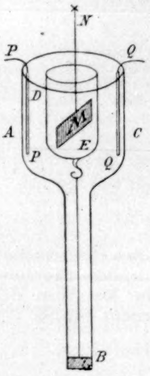


Fig. 3.

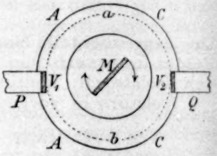


Fig. 4.

elektrolytische Schicht dasselbe vor der direkten Einwirkung der Elektroden schützen kann.

Zweiter Versuch. Um letzteren Versuch zu kontrollieren, bringt man die Elektroden ausserhalb des Gefässes (*A C*) (Fig. 3 und 4) an und bemerkt dann an der Platte keinerlei Bestreben, sich einzustellen; daraus schliesst man, dass das Nitrobenzol wirklich die Rolle eines elektrischen Schirmes spielt, und dass die Einstellung nicht von der direkten Einwirkung der Elektroden durch die Flüssigkeit hindurch, sondern von einem besonderen inneren Felde herrührt, welches durch den elektrolytischen Strom hervorgerufen wird.

Dritter Versuch. Wenn das dielektrische Feld durch das Volumen des Gefässes begrenzt wird, und wenn die Kräfte dieses Feldes sich wie die inneren Kräfte verhalten, so ist zu erwarten, dass das Gefäss sich selbst drehen muss, wenn die Platte schräg zur Elektrodenlinie befestigt wird. Und wirklich wird das Gefäss in kontinuierliche Rotation versetzt, wie durch die Pfeile angegeben. Wir wollen die Platte auf der anderen Seite der Elektroden

befestigen; dann bemerkt man, dass das Gefäss seine Winkelgeschwindigkeit verlangsamt, um schliesslich seine Rotationsrichtung umzukehren. Wenn die Abmessungen des festen und des beweglichen Gefässes nicht bedeutend sind, dann ist die Rotation recht energisch; sonst ist sie mit zunehmendem Trägheitsmoment und zunehmender Reibung und Dicke des Fadens nur langsam, obwohl das Gefäss verschiedene Rotationen ausführt. Das Nitrobenzol erfährt durch den Strom eine Erwärmung; nach einigen Minuten Arbeiten, mit dem kleinen Modell fing die Flüssigkeit zu verdunsten an, und da eine derartige Erwärmung auch nur durch Joulesche Wärme verursacht werden könnte, so sieht man, dass das Nitrobenzol sich wirklich wie ein Leiter verhielt.

Vierter Versuch. Wenn man im inneren Gefäss eine Metallplatte in exzentrischer Stellung *AB* (Fig. 5) anbringt, so bemerkt man

Fig. 5.

eine leichte Verschiebung des Gefässes in der Richtung des Pfeiles; wenn man den Strom in geeigneten Zwischenräumen durchgehen lässt, so erhält man sehr merkliche Schwankungen.

Zusammenfassung. 1. Alle angestellten Versuche beweisen das Vorhandensein eines elektrischen Feldes im Innern von Isolatoren, welche man in die Stromleiter versenkt. 2. Der Behauptung von Professor Cohn gemäss ist dasselbe durch die Berührungsfläche des Isolators mit dem Elektrolyten begrenzt; seine Kräfte besitzen die Eigenschaften von inneren Kräften.

Ich möchte meinen verbindlichsten Dank Herrn Professor J. J. Borgmann bezeugen, der mir die Möglichkeit zur Ausführung der Versuche verschafft hat, ferner Herrn W. T. Mitkiewitsch, durch dessen liebenswürdige Bemühungen ich den 15000 Volt-Transformator erhalten habe, und schliesslich Herrn A. A. Dobiasch, welcher mich im Verlauf der Versuche mit grosser Liebenswürdigkeit unterstützt hat.

Physikalisches Institut an der Universität zu St. Petersburg.

(Aus dem Französischen übersetzt von A. Gradenwitz.)

(Eingegangen 18. Januar 1904.)

Das Verhalten beweglicher cylindrischer Eisenkerne in Doppelspulen; ein Beitrag zur Theorie der Differentialbogenlampe.

Von W. Biegon von Czudnochowski.

§ 1. Befindet sich konaxial einer stromdurchflossenen Spule in deren Felde ein cylindrischer Eisenkern, so zeigt dieser das Bestreben, bis zu vollständig symmetrischer Lage in die Spule hineinzudringen. Die Grösse dieser durch die Spule auf den Eisenstab ausgeübten Anziehungskraft ist:

1. Annähernd proportional dem Quadrate der Stromstärke und dem Quadrate der Windungszahl;

2. annähernd proportional der Quadratwurzel aus dem Stabdurchmesser;

3. abhängig vom Verhältnis zwischen Spulen- und Kernlänge und dem Abstande zwischen Spulen- und Kernmitte.

§ 2. Das Auftreten dieser massenbewegenden Kräfte ist eine Folge der Magnetisierung des Eisenkernes durch die Spule; die magnetisierenden Kräfte sind aber wegen der exzentrischen Lage von Kern und Spule zu einander räumlich veränderlich, dementsprechend auch die freien Magnetismen, und zwar nach der Formel:

$$y = A \cdot \log \mu \cdot \mu^{-x},$$

worin A das magnetische Moment des ersten Teilchens, x der Abstand von der Magnetisierungsspule ist (Rowland 1876).[1]) Die Anziehung einer in der Spulenachse befindlichen magnetischen Masse ist bestimmbar nach der bekannten Gleichung

$$P = \frac{i \cdot \mu \cdot \pi \cdot n}{l} (\cos\varphi_2 - \cos\varphi_1),$$

worin i die Stromstärke, n die Windungszahl, l die Spulenlänge, φ_1 und φ_2 die Abstandswinkel der Spulenenden für das Teilchen sind; zur Berechnung der Anziehung auf ausserhalb der Spulenachse liegende magnetische Teilchen sind von James Stuart (1873) Formeln angegeben worden.[2]) Die von Spulen auf Kerne bestimmter Abmessungen ausgeübten Kräfte lassen sich hiernach durch Rechnung, wenn überhaupt, nur überaus schwierig feststellen; man kann aber die hierbei obwaltenden Beziehungen versuchsweise bestimmen, wie dies von Hankel (1850), Marianini Sohn (1852), Dub (1853), St. Loup (1870), v. Waltenhofen (1870), Cazin (1872), Böttcher (1884), Fischinger (1885), Bruger (1886), Křižík (1881, 1887) geschehen ist.[3]) Man erhält so sehr

1) Vergl. Wiedemann, Die Lehre v. d. Elektrizität, (2. Aufl.) **3**, 589—590, 1895.

2) Phil. Mag. [4], **45**, 219, 1879; Wiedemann, l. c. 231—232.

3) Näheres nebst Literaturangaben siehe Wiedemann, l. c. 624—638.

eigentümliche Kurven für die Abhängigkeit der Anziehungskraft von der durch den Abstand c zwischen Kern- und Spulenmitte bestimmten Kernlage:

$$P = \mathfrak{F}(c)$$

und zwar wird in jedem Falle für ein ganz bestimmtes c die Kraft P ein Maximum. In Fig. 1 ist eine solche Kurve nach Versuchen von Fischinger gezeichnet.[1])

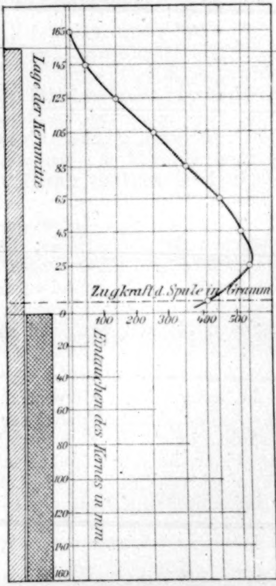


Fig. 1.

§ 3. Die genaue Untersuchung dieser zunächst rein wissenschaftlich interessanten Verhältnisse[2]) hat aber auch eine hervorragende praktische Bedeutung; es hatte sich nach den ersten Versuchen grösseren Massstabes als notwendig erwiesen, für die längere Erhaltung des Lichtbogens besondere Vorrichtungen, „Bogenlampen," herzustellen, und weiter dann das Wirken dieser von den elektrischen Grössen des Bogens selbst unmittelbar abhängig zu machen.[3]) Letzteres kann nun in einfachster Weise dadurch geschehen, dass man eine vom Bogenstrom durchflossene Spule auf einen die eine Kohle tragenden Eisenkern wirken lässt; derartige, zweckmässig als solche „mit langer Spule" zu bezeichnende Lampen sind z. B. die von Archereau (1848), Jaspar (1855), Marcus (1877), Thomas (1882), Stöhrer,[1]) besitzen aber infolge der in Fig. 1 dargestellten allgemeinen Gesetzmässigkeit den Nachteil: während einer Brennperiode zu verschiedenen Zeiten verschiedene Empfindlichkeit gegen Stromschwankungen zu haben.[2]) Diese Thatsache hat den Anlass zu zahllosen neuen Erfindungen gegeben und in stets besseren Konstruktionen schliesslich zu der als „Differentiallampe mit schwingendem Werk" einen wohldefinierbaren physikalischen Apparat darstellenden Form geführt.

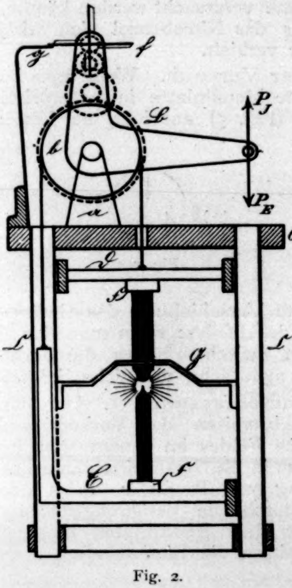


Fig. 2.

§ 4. Eine solche Differentiallampe, deren

1) Elektrotechn. Ztschr. **6**, 494, 1885.

2) Die besprochene Anordnung liegt einer grossen Zahl von Messinstrumenten zu Grunde, z. B. den von Böttcher (1883), Siemens & Halske (1883), F. Kohlrausch (1884), v. Miller (1885), Dittmar (1885), de la Lande (1885); näheres Wiedemann, l. c. 555 ff.

3) Die ersten Lampen waren „rein mechanische Regulatoren", bei denen durch Uhrwerke die Elektroden fortdauernd in gleichem Abstande voneinander gehalten werden sollten; Wright (1845), Staite (1846), Le Molt (1849).

1) Eine Abbildung dieser Lampe siehe Müller-Pouillet [9. Aufl.] **3**, 536, Fig. 441 u. 442; bezüglich der anderen und weiterer Konstruktionen, s. v. Urbanitzky, Die Elektr. im Dienste der Menschheit, 1884, Ders., Das elektr. Licht, 1892; bezüglich neuer Lampen u. a. Th. Weil, Neuere Bogenlampen, Leiner, 1900, H. Birrenbach, Theorie und Anwendung des elektrischen Bogenlichtes, Gebr. Jänicke, 1903.

2) Man hat versucht, nach derartigen Lampen einerseits durch Einführung einer sich mit der Spulenkraft ändernden Gegenkraft eine Verbesserung zu erzielen (Põge & Fischinger, D. R.-P. 31761, Wohlfahrt & Krönig, D. R.-P. 30701), andererseits durch besondere Spulenkombination die Anziehungskraft auf einer längeren Strecke gleichbleibend zu machen (Th. Bruger, D. R.-P. 36554 und 39869 [1887]).

allgemeines Schema Fig. 2 zeigt, beruht darauf, dass ein durch das Eigengewicht des oberen Kohlenhalters 𝔇 angetriebenes Räderwerk 𝔅, mittels eines Hebels um die Achse seines Hauptrades 𝔟 drehbar — oder auch gradlinig senkrecht verschiebbar[1]) — und dabei in seiner Stellung **abhängig von der Wirkung** zweier Spulen **auf einen am freien Ende des Hebels befestigten Eisenkern**, bei bestimmter Stellung durch eine verstellbare Nase 𝔤 festgehalten wird; diese Stellung des Werkes, **der auch eine ganz bestimmte Lage des Kernes zu den Spulen entspricht**, heisst „Regulierstellung". Die eine Spule wird vom Bogenstrom selbst, die andere von einem abgezweigten und der Bogenspannung proportionalen Strom durchflossen, und beide werden, von Besonderheiten abgesehen, wenn J und E_b die Normalwerte haben, gleiche Ampèrewindungszahl besitzen und auch zweckmässig in gleichen Abmessungen auszuführen sein. Diese Anordnung: **cylindrischer Eisenkern und zu ihm symmetrisch zwei gleiche Spulen**, wobei aber vom ganzen System nur die eine Spule beweglich und die auf diese ausgeübte Anziehungskraft Gegenstand der Messung war, ist bereits vor langer Zeit (1850) von Hankel untersucht worden, der folgendes fand:

Bei zwei gleichen Spulen ist die auf die eine derselben ausgeübte Anziehungskraft ein Maximum, wenn die äusseren Ränder der Spulen in gleichen Ebenen liegen mit den Kernenden; beim Zusammenschieben der Spulen gegen die Stabmitte nimmt die Anziehungskraft erst ab, dann wieder bis zu einem Maximum zu.[2])

Wenn aber zwei Spulen auf einen gemeinsamen Eisenkern in gleichem Sinne magnetisierend wirken, d. h. sich entgegengesetzte Pole zukehren, so werden ihre magnetisierenden Wirkungen sich addieren.[3]) Die dabei sich ergebenden Verhältnisse kann man veranschaulichen, wenn man für die gegebene gegenseitige Lage beider Spulen die Anziehungskurven für beide Spulen zeichnet; die auf den Eisenkern bei beliebiger Lage gegen das Spulensystem ausgeübte Gesamtkraft ist dann allgemein gleich der algebraischen Summe der Einzelkräfte[4]), denn jede Spule wird den Kern in sich hinein und damit aus der anderen herauszuziehen suchen. Zu dem erwähnten Zweck müsste man nun in jedem Falle die betr. Kurve für eine Spule, wenn beide gleich, für beide Spulen, wenn sie verschieden, erst durch den Versuch feststellen.

§ 5. Man kann nun aber den Abstand zwischen Kern und Spulenmitte setzen:

$$c = \frac{l_k}{2} - \left(\frac{l_s}{2} - u\right)$$

worin l_k die Kernlänge, l_s die Spulenlänge und u der Abstand des eintauchenden Kernendes von dem der Kernmitte abgekehrten Spulenende ist; bei $l_k > 2\,l_s$ sind nun nach den eingehenden Untersuchungen von Bruger (1886) unabhängig von der Stromstärke und der Windungszahl[1]), die Anziehungskräfte erst merklich ∾ beim Eintritt — bezw. kurz vorher — des Kernes in die erste Spulenwindung, am grössten bei Eintritt desselben Kernendes in die letzte — der Kernmitte abgekehrte — Spulenwindung, und Null, wenn Kern- und Spulenmitte zusammenfallen, so dass man setzen kann:

$$P_x = \mathfrak{F}(u^x).$$

Aus dem Gesagten ergiebt sich dann, dass bei cylindrischen Kernen, deren Länge grösser ist als das Doppelte der Spulenlänge, der Abschnitt des Anziehungsweges zwischen Anziehungsmaximum und -minimum proportional $l_k - l_s$, für den anderen Abschnitt des Anziehungsweges dagegen die Spulenlänge l_s maassgebend ist.[2]) Hiernach lassen sich dann die Ergebnisse der Brugerschen Versuche als reine Verhältniswerte unter Beachtung des eben Gesagten recht gut und, wie mir scheint, ohne erheblichen Fehler zur Darstellung der allgemeinen Verhältnisse in beliebigen Spulensystemen der beschriebenen Art benutzen; dies ist in Fig. 3 und 4 für dasselbe System, aber verschiedenen Abstand der beiden Spulen voneinander geschehen. Man gelangt so zu folgenden allgemeinen Sätzen:

a) Überschneiden sich die beiden Kurven nur mit den ansteigenden Zweigen, so ist die Mittellage des Kernes **labil**, da schon bei geringer Verschiebung nach oben oder unten die beiden wirkenden Kräfte sehr verschieden werden.

b) Fallen die Maxima zusammen, so decken sich auch die Kurvenzweige in der Nähe fast vollkommen und die Mittellage des Kernes ist praktisch **indifferent**,

1) Dieses ist z. B. der Fall bei der Differentiallampe von v. Hefner-Alteneck, und der allerdings ein anderes Differentialsystem (Anker zwischen zwei Elektromagneten) besitzende Lampe von Gebr. Naglo 1886.

2) Wiedemann, l. c. 628; die Dimensionen waren: Spulenlänge = 91,2 mm, Kernlänge = 815 mm, Spulendurchmesser aussen = 91,2 mm, innen = 55,8 mm, Kerndurchmesser = 29,7 mm.

3) Jamin 1874, Gaugain 1877; vergl. Wiedemann l. c. 592.

4) Löscher 1834; vergl. Wiedemann, l. c. 592, Beiblätter **9**, 537.

1) Elektrotechn. Ztschr. **7**, 199—202, 245—248, 1886; Beiblätter **10**, 516—517. Vergl. auch Dubois, Magnetische Kreise, 267, § 103 ff., 1894.

2) Bruger, E. T. Z **7**, 200—201 und Fig. S. 200, 1886

da schon sehr erhebliche Verschiebungen nötig sind, um den Kern in eine Lage zu bringen, für welche die beiden entgegengesetzten Kräfte sehr verschieden sind.

c) Sind sich die beiden Spulen so nahe, dass die abfallenden Zweige der Kurve

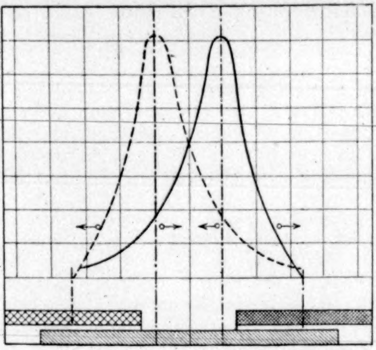


Fig. 3.

sich schneiden, so ist die Mittellage **stabil, d. h. bei Verschiebung des Kernes wächst die Einwirkung derjenigen Spule, von der sich seine Mitte entfernt.** Mit dem Vor-

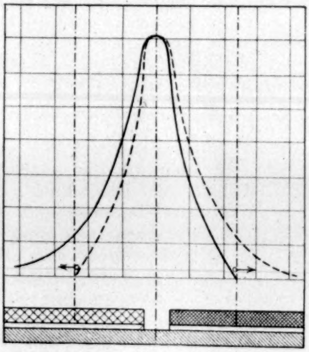


Fig. 4.

getragenen stimmen auch die an der oben beschriebenen Anordnung von Hankel erhaltenen Ergebnisse gut überein.

§ 6. Derartige „elektromagnetische Differentialsysteme[1]) sind nun, ausser bei der bekannten ersten Differentiallampe von v. Hefner-Alteneck (1878)[1]), noch in vielen anderen zur Anwenduug gebracht, z. B. den von Křizik & Piette (1880)[2]), Schwerd & Scharnweber (1882), Crompton & Crabb (1889), Körting & Mathiesen (Modell $\mathfrak{J}$), Schuckert & Co. (Modell *D*), K. Weinert-Berlin, Siemens & Halske („Seillampe" 1899), Ges. „Sirius", vorm. Hansen-Leipzig, „Voltohm" München, Stralsunder Bogenlampenfabrik. Die beiden Spulen eines solchen Systems seien (wie das auch vielfach thatsächlich der Fall) gleichgross und mögen bei normalen Werten von J und E_b gleiche Ampèrewindungszahl haben; soll nun Regulieren eintreten, so muss die Differenz der beiden einander entgegenwirkenden Kräfte P_J und P_E erst einen je nach der Konstruktion verschiedenen endlichen Wert p erreichen, um die Reibungswiderstände und die Trägheit der zu bewegenden Teile überwinden zu können, d. h. es muss, wenn P_J und P_E gleichzeitig in entgegengesetztem Sinne sich ändern, sein:

$$\left(\overline{P} + x \cdot \frac{p}{z}\right) - \left(\overline{P}_J - y \cdot \frac{p}{z}\right) = p,$$

worin $x + y = z$ ist.

Sind die Änderungen von P_E und P_J prozentisch gleich, so folgt:

$$\left(\overline{P}_E + \frac{p}{2}\right) - \left(\overline{P}_J - \frac{p}{2}\right) = p.$$

Nun ist, wie schon gesagt, p in jedem Falle gegeben[3]), **es wird demnach die prozentuale Änderung von J und E_b um so grösser sein müssen, je kleiner die Werte von P_J und P_E für die Regulierstellung sind.** Daraus ergeben sich nach dem Vorigen folgende Sätze:

1. Um bei gegebener Konstruktion

1) Die Anordnung: „Eisenstab mit den zwei ihn differential in sich hineinziehenden Spulen" ist vom verstorbenen v. Hefner-Alteneck s. Z. selbst als besonders wichtige Verbesserung seiner Lampe gegenüber den früheren bezeichnet worden; Elektrot. Ztschr. 3, 443. 1882.

1) Die, soweit mir bekannt, noch bis vor ∾ 2 Jahren auf Bestellung in grösserer Anzahl angefertigt worden ist, und auch noch nach heutigen Begriffen als „gute" Lampe gelten darf.

2) Bei der ältesten Form nach einem mir von Herrn Prof. Hagenbach-Bischoff in Basel freundlichst zur Verfügung gestellten Prospekt, allerdings mit doppelt konischem Eisenkern.

3) p ist bei guten Lampen ziemlich klein, d. h. die Regelung recht empfindlich, wie folgendes Beispiel zeigen möge. Die Brenndauer einer Lampe betrage bei 400 mm Gesamtkohlenlänge entsprechend bei je 50 mm Rest rund 37 mm stündlichem Gesamtabbrand, das sind in der Minute 0,6166 und pro Elektrode 0,3083 mm. Die Übersetzung im Laufwerk sei $^1/_4$, $^1/_5$, $^1/_5$, also im ganzen 1 : 200 und 1 Umdrehung des letzten Rades (f) sei statt in 4 wie in Fig. 2 in 10 Stufen geteilt, dann entspricht eine Stufe oder ein Regelungsschritt bei idealem Funktionieren $^1/_{2000}$ einer Umdrehung der Seilscheibe, oder wenn deren wirksamer Umfang = 126 mm ist, einer Stufe eine Bewegung jeder Elektrode um 0,063 mm. Jedesmal, wenn um diesen Betrag jede Elektrode durch den Abbrand verkürzt ist, kann Regulieren eintreten, d. h. bei dem oben angegebenen stündlichen Abbrand rund 5 mal in der Minute oder alle 12 Sekunden. Derartig exaktes Arbeiten lässt sich für Versuchszwecke thatsächlich erreichen, während ein Abstand von 2 Minuten zwischen zwei Regulierungen (Hartmann-Kempf, Elektroakustische Untersuchungen, S. 244) ungebührlich gross erscheint.

die grösstmögliche Regulierempfindlichkeit zu erhalten, ist die „Regulierstellung" so zu wählen, dass für sie die Anziehungskräfte beider Spulen möglichst hohe Werte haben.

2. Um dies zu erreichen, ist den gegebenen Verhältnissen entsprechend der Abstand der Regulierspulen so zu wählen, dass die Maxima der Anziehungskurven zusammenfallen.

3. Soll dieselbe Lampe für andere Elektroden verwendet werden, welche einen längeren oder kürzeren Bogen von grösserem oder kleinerem $\frac{dE}{dL}$ ergeben, als die ursprünglich für sie bestimmten[1]), so darf die Vergrösserung oder Verkleinerung des zum Ausgleichen plötzlicher Stromstösse beim Einschalten sowie infolge von Inhomogenität der Elektroden notwendigen Hubes nicht durch Verschieben der Spulen gegeneinander bewirkt werden. (Vgl. oben Satz a—c.)

§ 7. Bisher war die Kernlage bei Regulierstellung als zu beiden Spulen symmetrisch angenommen; das Vorgetragene gestattet aber auch weiter die Untersuchung der Frage: ob und welchen Einfluss eine **Veränderung der Regulierstellung** auf das Arbeiten einer solchen Differentiallampe hat. Für den oben unter b) besprochenen Fall ist ein solcher nicht zu erwarten, da die beiden Kräfte auf weite Strecken hin einander das Gleichgewicht halten, dieser Fall scheidet also aus. Für den Fall *a* (Fig. 3) dagegen sind die Schaulinien an ihrer Schnittstelle sehr steil, eine geringe Veränderung der Regulierstellung und damit der Kernlage bewirkt bereits eine sehr erhebliche Verschiedenheit von P_J gegen P_E für die vorgeschriebenen Normalwerte von J und E_b, und es wird der Kern nur dann in Ruhe bleiben, d. h. die Lampe nur dann stetig brennen, wenn entsprechend der Verschiebung des Kernes nach oben oder unten **entweder** E_b **oder** J so weit erhöht wird, dass wieder $P_E = P_J$ ist. Im Falle *c* fände das gleiche im umgekehrten Sinne statt, es würde aber, wenn dieser Fall überhaupt vorkommt, sich nur um geringes Übereinandergreifen der Maxima handeln können; dagegen dürfte Fall *a* ziemlich häufig sein.[2]) Die Regulierstellung lässt sich bei Lampen mit einem nach den Grundzügen der Fig. 2 eingerichteten Werke festlegen, indem man nach Einschieben eines Metallstückes bekannter Dicke zwischen die untere Spule und den den Kern tragenden Hebel *g* verstellt, bis das Werk eben nicht mehr glatt durchläuft; eine Verringerung der Dicke dieses „Reguliermasses" bedeutet dann eine Tieferlegung der Kernlage bei Regulierstellung. Bei einer Einrichtung nach Fig. 2 würde die obere Spule des Differentialsystems die Hauptstromspule, die untere die Nebenschlussspule sein (wie sich sehr einfach aus der Figur ergiebt); im Falle *a* würde dann eine Tieferlegung des Kernes eine Vergrösserung der Stromstärke bei normaler Spannung zur Folge haben müssen. Ich lasse hier einige Beobachtungen an einer, ein Differentialsystem solcher Art besitzenden Lampe folgen:

Tabelle I.

Reguliermass	Spannung	Stromstärke
10 mm	40 Volt	11,5 Amp.
9 „	40 „	14,0 „
8 „	40 „	15,5 „

Tabelle II.

Reguliermass	Spannung	Stromstärke
10 mm	40 Volt	12,2 Amp.
9 „	40 „	11,8 „
8 „	40 „	16,2 „

Wie ersichtlich bestätigen diese Beobachtungen das Obengesagte vollkommen[1]), und zwar sind die Änderungen der Stromstärke sehr erheblich; man kann aber auch bei einer solchen Veränderung der Regulierstellung, sei es nach oben oder unten, **sowohl** E_b **als auch** J unverändert lassen, wenn man die bezügl. Spule, von der sich die Kernmitte entfernt, durch Federn oder Gewichte unterstützt in ihrer Wirkung. Bezeichnen wir diese Hilfskraft mit P', so ist die Gleichgewichtsbedingung für den schon oben behandelten Fall der Tieferlegung des Kernes $\overline{P}_E = \overline{P}_J + P'$ und die Regulierbedingung:

$$\left(\overline{P}_E + \frac{p}{2}\right) - \left((\overline{P}_J + \overline{P}') - \frac{p}{2}\right) = p.$$

Dies besagt, da p gegeben, $\overline{P}_E$ aber seinem

1) $\frac{dE}{dL}$ ist relativ gross beim Wechselstromelektrolytbogen und dem Gleichstrombogen zwischen Homogenkohlen, sehr klein beim normalen Wechselstrombogen (zwischen Dochtkohlen) und noch kleiner beim „Flammen"bogen zwischen Elektroden zweiter Art (vergl. „Flammen oder Effektbogenlicht", Verh. d. Dtsch. Phys. Ges. **5**, 156—176, 1903).

2) Der Grenzfall für *c* ist vollständiges Zusammentreten der beiden Spulen zu einer einzigen, und hierfür ist ja thatsächlich die Mittellage stabil, da nur für diese jede Anziehungskraft der Doppelspule auf den Kern verschwindet.

1) Nach Fig. 3 lassen sich für das dort gezeichnete Differentialsystem mit Hilfe der eingangs angeführten allgemeinen Sätze für bestimmte Kernverschiebungen die zu erwartenden Änderungen von J bezw. E der Grössenordnung nach bestimmen.

Ebenso kann man nach dem Vorgetragenen auch bei verschiedenen Spulen mit verschiedenen Ampèrewindungszahlen, wenn nur diese und die Dimensionen bekannt sind, graphisch die obwaltenden Verhältnisse ermitteln.

absoluten Betrage nach gemäss Fig. 3 grösser geworden, ferner P' unveränderlich ist, nichts anderes, als dass jetzt gleichen prozentualen Änderungen der einander entgegenwirkenden Kräfte ungleiche prozentuale Änderungen der Spulenkräfte entsprechen und bei gleicher Regulierempfindlichkeit die kleinste prozentuale Kraftänderung der begünstigten Spule gegen früher verkleinert ist, oder allgemeiner ausgedrückt:

Durch asymmetrische Lage des Kernes bei Regulierstellung lässt sich, wenn man durch mechanische Mittel diejenige Spule unterstützt, von welcher die Kernmitte sich ihrer Mittellage gegenüber entfernt hat, bei gleichen Normalwerten von Strom und Spannung je nach Bedarf eine besondere Empfindlichkeit der Lampe für Strom- oder für Spannungsschwankungen erzielen.

Auch hierfür sei ein Beispiel gegeben.

Regulierungsmass	Spannung	Stromstärke	ΔJ
8,0 mm	45 Volt	8,5 Amp.	0,3 Amp.
7,0 „	45 „	8,5 „	0,505 „

ΔE_b war beide Male gleich (— 1,15 Proz.); die Strom- und Spannungszahlen sind Mittelwerte aus mehreren sich unmittelbar folgenden und nur wenig von einander abweichenden Ablesungen.

§ 8. Die im vorstehenden (m. W. zum ersten Male) näher besprochenen und durch das in denselben zur Verwendung gelangende Differentialsystem bedingten Eigenschaften solcher Lampen, bei denen die Veränderungen der elektrischen Grössen einen beweglichen Eisenkern beeinflussen, dürften sich als wertvoll erweisen bei Untersuchungen am Lichtbogen, zu denen leider bisher fast allgemein Handregulatoren verwandt worden sind. Diese müssen als, selbst bei grösster Sorgfalt, in ihrem Gebrauch zu derartigen Untersuchungen wenig geeignet bezeichnet werden, da sich mit ihnen auf die Dauer nicht entfernt ein so gleichmässiger Bogen erzielen lässt wie mit einer gut eingestellten und im Werke vollkommen staubfreien Differentiallampe mit schwingendem Werk.

Eine grosse Zahl solcher Lampen besitzt nun statt des beschriebenen ein anderes Differentialsystem, bestehend aus zwei Elektromagneten mit gemeinsamem Anker. Wenn auch dieses System in mancher Hinsicht sich ähnlich verhalten wird, wie das den vorstehenden Betrachtungen zu Grunde liegende, so sind doch im einzelnen die Verhältnisse andere und bleiben besonderer Behandlung vorbehalten.

Berlin, Januar 1904.

(Eingegangen 18. Januar 1904.)

Über die radioaktive Emanation der Wasser- und Ölquellen.[1])

Von F. Himstedt.

1. Das Wasser aller Quellen, welche ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, ebenso frisch heraufgeholtes Grundwasser zeigt die Fähigkeit, die durchgepresste Luft leitend zu machen; dagegen habe ich in keinem offen fliessenden Bache oder Flusse diese Eigenschaft finden können. Ich habe Quellen untersucht, welche aus dem Gneis kommen (Höllental, Kybfelsen etc. bei Freiburg), solche aus Kalkstein (Schönberg, Schnewburg bei Freiburg), aus Buntsandstein (Heidelberg) und solche vulkanischer Natur, Kaiserstuhl, die Quellen von Baden-Baden, von Wildbad, von Fachingen im Lahnthal u. a. Alle kalten Quellen zeigten angenähert gleichstarke Wirkung, die Thermalquellen eine grössere, zum Teil sehr grosse Wirkung; die grösste die Murquelle von Baden-Baden.

Bei dem Wasser der oben erwähnten Murquelle, das zwei Tage nach dem Auffangen untersucht wurde, ergab sich, dass die 50 Liter Luft des Versuchsgefässes durch die Emanation aus $^3/_4$ Liter Wasser eine ca. 40 mal grössere Leitfähigkeit erlangt hatten, ein Skalenteil des Elektroskops brauchte nämlich in Zimmerluft 59 Min. 45 Sek.; nachdem die Emanation in den Apparat gebracht war, 1 Min. 27 Sek.

Nur wenig hinter dem Wasser der Murquelle zurückstehend habe ich das des Klytumno gefunden, von dem Herr Prof. Vicenza Alessandro in Perugia die grosse Freundlichkeit hatte, mir Proben zu schicken.

Ich unterlasse es, die Zahlenwerte für alle untersuchten Wassersorten anzugeben, da die Resultate, wie sich zeigen wird, wesentlich beeinflusst werden können durch die Art des Auffangens des Wassers, sowie durch die Zeit, die zwischen dem Einfüllen und der Untersuchung verstrichen ist.

2. Leitet man Wasserstrahlpumpenluft, also „aktive" Luft, durch irgendeine unwirksame Flüssigkeit, so wird dieselbe dadurch aktiviert, d. h. stellt man mit dieser Flüssigkeit jetzt Versuche an, so erhält man dieselben Resultate wie bei frischem Quellwasser. Die beim Durchstreichen von Luft durch aktives Wasser mitgeführte Emanation kann also von anderen Flüssigkeiten aufgenommen, absorbiert werden. Herr v. Traubenberg, der diese Versuche ausgeführt hat, hat gefunden, dass die Kohlenwasserstoffe den grössten Absorptionskoeffizienten besitzen. Ein Liter Petroleum z. B. ver-

1) Das Folgende enthält einen Auszug aus Ber. d. Naturf. Ges. Freiburg i. B., Bd. XIV S. 181, dem die Resultate einiger neuer Versuche eingefügt sind. F. Himstedt.

mag, wenn durch Durchleiten von Wasserstrahlluft gesättigt, ca. 20 mal soviel Emanation aufzunehmen, als ein ebenso behandeltes gleiches Quantum Wasser.

3. Die eben erwähnte Thatsache musste den Gedanken nahelegen, Erdöl, welches direkt am Bohrloche aufgefangen ist, zu untersuchen. Die Elsässische Petroleum - Gesellschaft in Walburg i. E. hatte die Freundlichkeit, mir zwei Proben von Petroleum zu schicken, welche direkt an den Bohrlöchern zweier verschiedener Quellen aufgefangen waren. Beide Proben erwiesen sich als aktiv. Dass das käufliche Petroleum nicht aktiv ist, erklärt sich sehr einfach daraus, dass es durch Destillation gewonnen ist. So wie man die von einer Flüssigkeit absorbierten Gase durch Sieden austreiben kann, so wird auch die gasförmige Emanation durch diesen Prozess ausgetrieben.

4. Nach dem Vorhergehenden ist zu erwarten, dass wenn man aktive Kellerluft durch eine inaktive Flüssigkeit saugt, oder die Flüssigkeit längere Zeit in der Kellerluft stehen lässt, dieselbe dadurch aktiviert werden kann. Der Versuch bestätigt dies, und führt somit zu der Vorstellung, dass zwischen einer Flüssigkeit und einem Gase sich stets ein Gleichgewichtszustand hinsichtlich der Aktivität herzustellen sucht, wobei aber zu berücksichtigen ist, dass die verschiedenen Flüssigkeiten verschieden grosse Absorptionskoeffizienten für die Emanation besitzen. Am besten wird dies wohl durch folgende Beobachtung illustriert. Ein Liter Petroleum und ein Liter Wasser wurden entaktiviert, d. h. es wurde eine Stunde lang Zimmerluft durch dieselben hindurchgeblasen. Sie sind hierdurch mit der Zimmerluft im Gleichgewicht. Wird mit ihnen ein Versuch angestellt, wie unter No. 1 beschrieben, so zeigt sich keine Änderung der Leitfähigkeit im Gefässe. Die Flüssigkeiten wurden hierauf in flachen Glasschalen nebeneinander in dem Keller aufgestellt. Nach drei Wochen wurden sie untersucht. Beide waren aktiv geworden, das Petroleum enthielt aber, dem grösseren Absorptionskoeffizienten entsprechend, bedeutend mehr Emanation als das Wasser.

Man kann am einfachsten wohl die Sache so darstellen, dass man sagt: Für diese Emanation gilt das Daltonsche resp. Henrysche Gesetz. Aus dieser Vorstellung erklären sich ganz zwanglos die folgenden Beobachtungen. Wasser, das direkt an der Quelle eingefüllt war, erwies sich stark aktiv, ca. 50 m von der Quelle entfernt eingefülltes Wasser war wesentlich schwächer aktiv, und nachdem das Wasser ca. 200 m über Geröll stark bergab geflossen war, erwies es sich als inaktiv. Ein cementiertes Gartenbassin wurde mit aktivem Leitungswasser gefüllt. Nach 24 Tagen wurde eine Probe untersucht, und es ergab sich das überraschende Resultat, dass die Leitfähigkeit der Luft im Apparate durch das Hindurchstreichen durch dieses Wasser nicht erhöht, sondern vermindert wurde. Die Erklärung war leicht zu finden. Die Luft im Freien über dem Wasser besass, wie der Versuch zeigte, eine geringere Leitfähigkeit als die Zimmerluft. Ebenso erklärt es sich, dass frisch aufgefangenes Regenwasser einmal eine geringe Abnahme, ein anderes Mal eine geringe Zunahme der Leitfähigkeit der Zimmerluft verursachte; das Regenwasser befindet sich, sozusagen, im Gleichgewicht mit der Aussenluft, und zeigt der Versuch nur den Unterschied dieser gegen die Zimmerluft.

Sehr deutlich trat dies Verhalten bei Versuchen mit Seewasser hervor. Das Wasser war auf freier See bei Helgoland aufgefangen und kam drei Tage nach dem Auffangen in Freiburg zur Untersuchung. Die Zerstreuung in Zimmerluft ergab 1 Sk. in 60 Min. Nachdem die Luft durch das Seewasser gesaugt war, 1 Sk. in 81 Min. Man kann hieraus geradezu den Schluss ziehen, dass die Zerstreuung in der Seeluft bei Helgoland entschieden geringer gewesen sein muss als in der Zimmerluft in Freiburg, denn der Absorptionskoeffizient von Salzwasser ist nach unseren Versuchen nicht so sehr von dem des Wassers verschieden.

5. Es schien mir von Interesse zu sein, wenn möglich, die Temperatur genauer zu bestimmen, bei der die Emanation in dem Kupferrohr ausfriert resp. wieder auftaut.[1]) Eine Kupferspirale wurde zusammen mit einem Pentan-Thermometer in ein Glasgefäss von 5 cm Durchmesser und 30 cm Länge gesteckt, das seinerseits wieder in ein Dewarsches Gefäss von 9 cm Durchmesser und 45 cm Länge gehängt werden konnte. Zuerst wurden beide Gefässe mit flüssiger Luft gefüllt und wurde zwei Stunden lang durch die Kupferspirale getrocknete und von CO_2 und O befreite Wasserstrahlluft geschickt. Dann wurde die flüssige Luft aus dem inneren Glasgefässe entfernt und dasselbe oben möglichst dicht mit Watte verschlossen, durch die hindurch nach aussen nur die beiden an die Kupferspirale gesetzten Gummischläuche ragten. Solange das Dewarsche Gefäss bis zum Rande mit flüssiger Luft gefüllt, das innere Glasgefäss also nahezu 30 cm in diese eintauchte, zeigte das Thermometer konstant -182^0 C. Um andere Temperaturen zu erhalten, wurde die flüssige Luft aus dem Dewarschen Gefässe so weit fortgenommen, dass das innere Glasgefäss nicht mehr eintauchte, und es wurde oben die Oeffnung ebenfalls gut mit Watte verschlossen. Durch diese hindurch ging ein Glas-

1) Vgl. die Versuche Drudes Ann. d. Phys. **12**, 107, 1903

rohr, das je nach Bedarf bis auf den Boden des Dewarschen Gefässes oder nur so weit hineingesteckt wurde, dass sein unteres Ende oberhalb der flüssigen Luft sich befand. Durch verschieden starkes Hindurchblasen von Luft durch dieses Glasrohr liess sich jede gewünschte Temperatur von -189^0 bis -140^0 C. auf 2—3 Grade genau einstellen und beliebig lange konstant halten. Es wurden nun bei verschiedenen Temperaturen mit einer Hempelschen Gasbürette mit Quecksilberfüllung jeweils 100 cbcm Gas aus der Kupferschlange langsam herausgesaugt, in den Versuchsapparat gebracht und untersucht, ob eine Änderung der Leitfähigkeit eintrat. Wiederholte Versuche, bei denen mit auf- und mit absteigenden Temperaturen gearbeitet wurde, haben ergeben, dass unterhalb -154^0 C. nie eine nachweisbare Menge der Emanation aus dem Kupferrohre erhalten wurde, und dass umgekehrt oberhalb -147^0 C. stets die Wirkung der gasförmigen Emanation nachweisbar war. Ich glaube deshalb, dass der Kondensationspunkt zwischen -147^0 und 154^0 C. liegt. Enger habe ich die Grenzen trotz wiederholter Versuche nicht ziehen können. Rutherford und Soddy[1]) haben inzwischen gezeigt, dass die Radiumemanation ebenfalls in flüssiger Luft kondensiert wird, und haben nach einer ähnlichen Methode den Kondensationspunkt zu -150^0 C. bestimmt. Die Übereinstimmung ist eine so augenfällige, dass sich die Vermutung nicht von der Hand weisen lässt, es handle sich in beiden Fällen um dieselbe Emanation.

6. Herr v. Traubenberg hat deshalb auf meine Veranlassung untersucht, ob auch die Radiumemanation ähnlich wie die Emanation des Wassers von verschiedenen Flüssigkeiten verschieden stark absorbiert wird und hat gefunden, das hier in der That ein unverkennbarer Parallelismus besteht.

7. Drei Glasgefässe I, II und III standen durch Röhren miteinander in Verbindung. III konnte von I und II durch einen Hahn abgeschlossen werden. Die Gefässe wurden mit Radiumemanation, die von 50 mgr eines Gieselschen Präparates stammte, gefüllt, so dass sie im Dunklen hell leuchteten. Wurde I in flüssige Luft gesteckt, so war nach 1—2 Tagen das Leuchten in II so gut wie vollständig verschwunden, während III, wenn durch Hahn während dieser Zeit abgeschlossen, weiter leuchtete. Wurde die flüssige Luft wieder entfernt, so leuchteten nach ca. 24 Stunden wieder alle 3 Gefässe mit gleicher Helligkeit. Die Versuche wurden mehrfach wiederholt und variiert. Die Radiumemanation verhielt sich genau wie ein überhitzter Dampf, der bei der Temperatur der flüssigen Luft kondensiert wird. — Die gleichen Versuche wurden mit Wasserstrahlluft mit dem Elektroskop messend verfolgt. Zwei vollkommen gleiche Glasröhren wurden mit Wasseremanation gefüllt. No. I wurde mit einem mit Zimmerluft gefüllten Gefässe No. III verbunden, das in flüssige Luft tauchte, No. II verschlossen aufbewahrt. Nach zwei Tagen wurde der Inhalt der Röhren und des Gefässes in dem Versuchsapparate untersucht. Die Blätter des Elektroskops fielen in 12 Minuten um 1 Sk. zusammen, wenn der Apparat mit Zimmerluft gefüllt war.

Nachdem das Rohr I in den Apparat entleert war, betrug die Zeit für 1 Sk. — 10′ 50″, also nur eine ganz geringe Zunahme der Leitfähigkeit. Der Apparat wurde mit Zimmerluft ausgespült, 1 Sk. — 12′, Rohr II eingeleitet, 1 Sk. — 3′ 20″ wieder Zimmerluft 1 Sk. — 12′ 10″, das Gefäss III 1 Sk. — 3′ 35″. Also die Emanation ist so gut wie vollständig in das in flüssiger Luft gekühlte Gefäss hinüber gewandert.

8. Herr Crookes[1]) hat gezeigt, dass Sidotblende unter dem Einfluss der Radiumemanation die Erscheinung des Szintillierens zeigt. Die Herren Elster und Geitel haben dann festgestellt, dass ein Sidotblendeschirm auch in Kellerluft die gleiche Erscheinung zeigt, vorausgesetzt, dass man ihn mit dem negativen Pol einer Hochspannung verbindet. Diesen letzteren Versuch habe ich mit bestem Erfolge mit Wasserstrahlluft nachmachen können. Aber auch bei der Crookesschen Anordnung, also ohne den Schirm negativ zu laden, habe ich die Erscheinung mit Wasserstrahlluft gesehen.

Ganz sicher und ohne Schwierigkeit habe ich das Szintillieren mit der in flüssiger Luft kondensierten Emanation nachweisen können, weil dasselbe hier weit stärker auftrat.

9. In der citierten Arbeit habe ich gezeigt, dass wenn man den Versuchsapparat mit gut leitender Wasserstrahlluft füllt und dann verschlossen stehen lässt, die Leitfähigkeit langsam aber beständig bis auf den normalen Wert der Zimmerluft abnimmt. An dem Apparate waren gefettete Hähne, in demselben waren grössere Metalloberflächen, und es erschien deshalb nicht undenkbar, dass infolge von kleinen Undichtigkeiten etc. das wirksame Agens verloren ging. Um möglichst einfache Verhältnisse zu haben, habe ich eine Anzahl von gleichgrossen Glasröhren mit Wasserstrahlluft gefüllt und zugeschmolzen. Die erste wurde noch am gleichen Tage in den Versuchsapparat entleert und die dadurch bewirkte Steigerung

1) Rutherford und Soddy Philos. Mag. (6), **5**, 516, 1903.

1) Entnommen aus dieser Zeitschr. **4**, 439, 1903. Über die durch radioaktive Emanation erregte szintillierende Phosphoreszenz der Sidotblende von Elster und Geitel.

der Leitfähigkeit gemessen. Die zweite am folgenden Tage u. s. w. Es zeigte sich genau das gleiche Abklingen der Wirksamkeit, wie es früher beobachtet war. Die nach 29 Tagen entleerte Röhre brachte keine messbare Steigerung der Leitfähigkeit mehr hervor.

Ebenso wurden eine Anzahl von Flaschen mit aktivem Wasser gefüllt und verschlossen aufbewahrt. Es ergab sich das gleiche Abklingen der Wirksamkeit. Auch ein dickwandiges Bleigefäss wurde mit Wasser gefüllt, zugelötet, und in ein Wasserreservoir versenkt, vier Wochen lang aufbewahrt. Die Untersuchung ergab, dass das Wasser nach dieser Zeit keine Emanation mehr enthielt resp. abgab.

10. Über Versuche, welche ich in Gemeinschaft mit Prof. G. Meyer hier ausgeführt habe, das Spektrum des Emanationsgases zu photographieren, soll in Bälde berichtet werden. Hier möchte ich nur kurz erwähnen, dass ich bei Gelegenheit dieser Versuche festgestellt habe, dass die Emanation nicht zerstört wird, wenn man sie durch beliebige Säuren oder Alkalien gehen lässt, wenn man sie über glühendes Kupfer oder glühendes Magnesium leitet, noch wenn man elektrische Funken oder stille elektrische Entladungen darauf einwirken lässt.

11. In dem Sitzungs-Bericht der Berl. Akad. v. Januar d. Js. hat Herr Schenck[1]) die Frage aufgeworfen: „Sollte diese Emanation (die des Radiums) nicht aus Ozon bestehen?"

Ich glaube, Herr Schenck hat bei der Stellung dieser Frage übersehen, dass die Radiumemanation ebenso wie die Wasseremanation, wie im vorstehenden angegeben ist, durch Säuren und Alkalien, über glühendes Kupfer und über glühendes Magnesium geleitet werden kann, ohne verändert zu werden. Dies trifft beim Ozon wohl sicher nicht zu.

Es lässt sich übrigens leicht ein Parallelversuch anstellen, der in sehr drastischer Weise das verschiedene Verhalten von Radiumemanation und von Ozon darthut. Ein starker Ozonstrom wurde gegen die Sidotblende geblasen. Es ist dann eine, nur mit völlig ausgeruhtem Auge wahrnehmbare Zunahme des Leuchtens zu konstatieren, dabei aber starker Ozongeruch zu bemerken. Wird der Ozonstrom durch Jodkaliumlösung geleitet, so verschwindet mit dem Geruch auch die Wirkung auf die Sidotblende; die Jodkaliumlösung wird in wenigen Sekunden blau.

Wurde über ein Pariser Radiumpräparat von mittlerer Stärke, das in einer Glasröhre eingeschlossen war, nur 1 Sek. lang mit dem Munde ein Luftstrom gegen den Sidotschirm geblasen, so leuchtete derselbe intensiv, ein Ozongeruch war aber nicht nachweisbar. Wurde bei einem zweiten Versuche zwischen das Radium und den Schirm eine Waschflasche mit Jodkaliumlösung geschaltet, so wurde hierdurch die Wirkung auf den Leuchtschirm nicht beeinflusst, eine beobachtbare Bläuung der Lösung trat bei dem einmaligen Luftstoss nicht ein.

12. Aus den vorstehend kurz beschriebenen Versuchen glaube ich den Schluss ziehen zu können, dass sich in unserer Erde weit verbreitet — vielleicht überall — radioaktive Stoffe finden, von denen eine gasförmige Emanation ausgeht, die vom Wasser (Erdölen) absorbiert wird, mit diesem an die Oberfläche kommt und sich dort dann in die Luft verbreitet. Der Umstand, dass diese Emanation in mehrfacher Beziehung das gleiche Verhalten zeigt wie die Emanation des Radiums, lässt es nicht unmöglich erscheinen, dass beide identisch sind, das würde dann heissen, dass entweder die Uranerze, aus denen die Radiumemanation stammt, sehr weit verbreitet sein müssen, oder aber, dass es noch andere Stoffe giebt, die, wenn auch vielleicht in viel geringerem Masse als jene, die Fähigkeit besitzen, eine Emanation abzugeben. Die Thoremanation kann bei meinen Versuchen kaum eine grosse Rolle gespielt haben, da dieselbe, wie bekannt, viel schneller abklingt, womit aber nicht gesagt sein soll, dass nicht auch vielleicht Spuren dieser Emanation im Wasser nachweisbar sein werden. Nicht unerwähnt möchte ich lassen, dass die starke „Aktivität" der Thermalwasser vielleicht bei der Erklärung ihrer Heilwirkung mit heranzuziehen ist. Sollte sich diese Vermutung bestätigen, so würde es leicht begreiflich erscheinen, dass diese Wasser, wie, glaube ich, als feststehend angesehen werden darf, durch das Verschicken so schnell und stark an Heilkraft verlieren können.

Bedenkt man, dass der Absorptionskoeffizient des Wassers wie des Petroleums für diese Emanation, wie wir durch Versuche festgestellt haben, mit steigender Temperatur abnimmt, dass anderseits die Thermalquellen eine besonders grosse Aktivität gezeigt haben, so drängt sich die Annahme auf, dass vielleicht in grösseren Tiefen der Erde bedeutendere Mengen radioaktiver Mineralien sich finden als in den oberen Schichten, und nach den Beobachtungen Curies von der fortgesetzten Wärmeentwicklung des Radiums wäre die Frage aufzuwerfen, ob nicht möglichenfalls die radioaktiven Bestandteile der Erde bei der Erklärung der Erdtemperatur in Betracht zu ziehen wären.

Freiburg i. B., 19. Oktober 1903.

(Eingegangen am 24. Februar 1904.)

1) R. Schenck, Theorie der radioaktiven Erscheinungen Sitz.-Ber. Berl. Akad. 7. Jan. 1904.

Über das Spektrum der Emanation.

Von Th. Indrikson.

In seiner Mitteilung über die „Theorie der radioaktiven Erscheinungen" [1]) hält R. Schenck es für nicht ausgeschlossen, dass das Helium in dem von Ramsay beobachteten Spektrum aus der Luft des Laboratoriums stammt. R. Schenck drückt den Wunsch aus, dass die Experimente von Ramsay in anderen Laboratorien baldigst wiederholt würden.

Ich habe im Physikalischen Institut der Universität St. Petersburg die Experimente von Ramsay wiederholt und teile hier meine Ergebnisse mit.

Mein Zweck war das Spektrum der Emanation zu erhalten und das Erscheinen der Heliumlinien zu beobachten, wie es Ramsay [2]) beschrieben hat. Das Experiment wurde folgendermassen angestellt. Ein Gefäss, welches eine Lösung von 10 mgr Radiumbromid in 10 ccm Wasser enthielt, war durch eine Schlangenröhre mit einer Plückerschen Röhre verbunden. Ein T-förmiger Hahn zwischen dem Gefäss und der Plückerschen Röhre ermöglichte ein Spülen des Apparates mit Wasserstoff.

Nachdem der Apparat mit Wasserstoff ausgespült war, wurde er im Laufe von 24 Stunden der Wirkung der Emanation ausgesetzt. Nach 24 Stunden wurde das Gefäss mit der Radiumbromidlösung abgetrennt, und die Schlangenröhre auf 1 Stunde in flüssige Luft gebracht. Zugleich wurde der Apparat an eine Luftpumpe angeschlossen und evakuiert.

Nachher wurde die Röhre aus der flüssigen Luft herausgenommen und nachdem sie die Temperatur des Zimmers angenommen hatte, wurde der Apparat wieder evakuiert.

Dann wurde die Plückersche Röhre abgeschmolzen und ihr Spektrum beobachtet. Ich benutzte ein Spektroskop von Merz mit einem Vergleichsprisma. Die Dispersion war ziemlich stark (die Natriumlinie war doppelt und scharf). Das Spektrum der Emanation erwies sich als sehr kompliziert und bestand aus einer grossen Anzahl von Linien. Der Vergleich mit dem Spektrum des Heliums zeigte keine Spur der Linien des letzteren im Spektrum der Emanation. Ich hatte zwei Röhren angefertigt, eine den $\frac{21.\ \text{Nov.}}{4.\ \text{Dez.}}$, die andere den $\frac{27.\ \text{Nov.}}{10.\ \text{Dez.}}$ 1903. Den Misserfolg suchte ich dadurch zu erklären, dass ich zu wenig Radiumbromid gelöst hatte (10 mg, bei Ramsay waren es 50 mg). Ich beschloss, das Spektrum jener Gase zu untersuchen, welche bei der Lösung des Radiumbromids frei werden. Die Möglichkeit, dieses Experiment auszuführen trat bald ein. Doktor London bat mich, 10 mg Radiumbromid für ihn zu lösen. Ich löste dieses Radiumbromid in einem geschlossenen, mit einer Ansatzröhre versehenen Gefäss den 1. (14.) Dezember. Dann wurde das Gefäss mit einer im voraus evakuierten Spektralröhre verbunden. Beim Lösen des Radiums leuchtete das ganze Gefäss und die Ansatzröhre. Die Spektralröhre wurde vom Gefässe abgetrennt und 24 Stunden stehen gelassen. Am anderen Tage, den 2. (15.) Dezember, leuchtete sie noch. Dann wurde sie evakuiert. Das Leuchten wurde etwas schwächer, war aber noch ziemlich intensiv.

Den 2. Dezember waren keine Heliumlinien im Spektrum der Emanation zu beobachten. Wurden die Elektroden der Röhre an ein Induktorium angeschlossen, so wurde das Leuchten ähnlich demjenigen, welches man in verdünnter Luft beobachtet.

Die Röhre leuchtete noch einige Tage und während dieser Zeit waren keine Heliumlinien zu bemerken.

Den 6. (20.) Dezember leuchtete die Röhre nicht mehr im Dunkeln und das Leuchten unter dem Einfluss elektrischer Entladungen war von dem Leuchten verdünnter Luft verschieden. Das Spektrum zeigte einige unzweifelhafte Linien des Heliums; doch waren diese Linien im Spektrum der Emanation sehr schwach.

Darauf untersuchte ich die früher (den 21. und den 27. Nov.) von mir verfertigten Röhren. In der ersteren Röhre waren Heliumlinien ziemlich deutlich, in der zweiten nur undeutlich sichtbar.

Die Beobachtung mittels des Vergleichsprismas zeigte die Identität einer roten, einer grünen, einer blauen und einer violetten Heliumlinie mit Linien im Spektrum der Emanation.

Die gelbe Heliumlinie befand sich zwischen zwei Linien im Spektrum der Emanation, mit welchen sie jedoch nicht zusammenfiel.

Das Spektrum der Emanation war sehr kompliziert, da beim Vorbereiten der Röhre keinerlei Vorsichtsmassregeln getroffen waren. Da die Emanation aus einer Wasserlösung stammte, so waren auch Wasserdämpfe in der Röhre. Das Spülen mit Wasserstoff erwies sich als unpraktisch, da die hellen Wasserstofflinien das Beobachten der benachbarten Linien beeinträchtigen.

Zur Zeit sind die Heliumlinien im Spektrum der Emanation noch deutlicher; jedoch die gelbe Heliumlinie fällt nicht mit den gelben Linien im Spektrum der Emanation zusammen.

Wenn man das Schlangenrohr in flüssige Luft versenkt, so werden die Linien schärfer und zwischen den zwei

1) R. Schenck, Sitzber. Berl. Ak. d. W. I—II, 1904, 44.
2) Diese Zeitschr. 4, 651, 1903.

oben beschriebenen gelben Linien tritt eine dritte schmale auf, die mit einer Heliumlinie identisch zu sein scheint.

Es wäre interessant gewesen, das allmähliche Erscheinen der Heliumlinien zu verfolgen, jedoch hatte ich es nicht gethan, da ich am Erfolg der Versuche zweifelte.

Es ist zu bemerken, dass im Physikalischen Institut niemals Experimente mit Helium gemacht wurden.

St. Petersburg, 20. Januar (2. Februar) 1904, Physikalisches Institut der Kaiserl. Universität.

(Eingegangen 8. Februar 1904.)

Die Absorption von Quarz, Kalkspat, Steinsalz, Flussspat, Glyzerin und Alkohol im äussersten Ultraviolett.

Von A. Pflüger.

Die Absorption dieser, für die praktische Optik wichtigen Substanzen wurde mittels der in dieser Zeitschrift **4**, 614, 861, 1903 und **5**, 34, 1904 beschriebenen Methode, mit Spektrometer und Thermosäule, unter Benutzung von Metallfunken als Lichtquelle, bestimmt. Für die Flüssigkeiten dienten zwei verschieden dicke, planparallele Quarztröge, die nacheinander in den parallelen Strahlengang zwischen Prisma und Kollimatorobjektiv eingeschoben wurden. Das Verhältnis der Galvanometerausschläge giebt dann direkt die Absorption einer Flüssigkeitsschicht von der Dicke der Differenz beider Quarztröge an. Diese Absorption A ist in den Tabellen in Prozenten der eindringenden Strahlung pro 1 cm durchstrahlter Schichtdicke ausgedrückt.

Für die festen Körper kann das gleiche Verfahren angewandt werden, wenn sie in zwei genügend grossen, planparallelen Platten zur Verfügung stehen. Besitzt man nur eine Platte des betr. Materials, so muss die Reflexion an den beiden Flächen aus dem Werte des Brechungsindex nach den Fresnelschen Formeln berechnet und abgezogen werden. Dies Verfahren wurde nur bei einer, unten gekennzeichneten Quarzplatte benutzt.

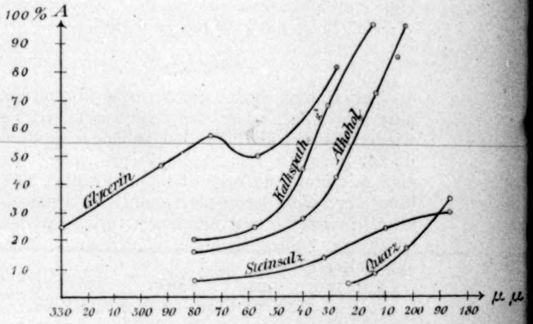
Die übrigen Substanzen standen nur in kleinen, bezw. nicht genügend planparallel geschliffenen Stücken zur Verfügung. Sie wurden darum in den Strahlengang zwischen dem (dicht vor dem Spalt angeordneten) Funken und dem Spalt eingeschoben, ihr Schwächungsverhältnis bestimmt, und das A unter der Annahme berechnet, als wenn der Strahlengang ein paralleler gewesen sei. Das Öffnungsverhältnis des Kollimatorobjektivs betrug für die untersuchten ultravioletten Strahlen ca. 1:7, und der Fehler, den man mit dieser Annahme begeht, ist nicht allzu gross, so dass man die so bestimmten A für praktische Zwecke als genügend genau bezeichnen kann.

Quarz.

Die Versuche ergaben, dass Quarz verschiedener Herkunft sehr verschieden durchlässig ist. Einzelne Krystalle zeigen ausserdem ausgeprägten Dichroismus. Als Probe eines gut durchlässigen Krystalls diene die oben erwähnte planparallele Platte:

Absorption einer Quarzplatte (⊥ Achse geschliffen 9 mm dick).

Wellenlänge in $\mu\mu$:	186	203	214	222
A:	32,8 Proz.	16,4 Proz.	8 Proz.	5,8 Proz.



Es wurden darauf acht Plättchen, aus vier, von verschiedenen Fundorten stammenden Krystallen, ⊥ und ∥ der Achse geschnitten, jedes 2,6 mm dick, für 186 $\mu\mu$ untersucht. Die direkt gemessene Schwächung dieser Plättchen, ohne Abzug der Reflexion, betrug:

Krystall 1 ⊥	Krystall 1 ∥	Krystall 2 ⊥	Krystall 2 ∥
76,5 Proz.	76 Proz.	72,6 Proz.	80,7 Proz.

Krystall 3 ⊥	Krystall 3 ∥	Krystall 4 ⊥	Krystall 4 ∥
51 Proz.	78,5 Proz.	72 Proz.	74,8 Proz.

3 zeigt ausgeprägten, 2 schwächeren Dichroismus. Für Krystall 3 berechnet sich:

$$A \perp = 88 \text{ Proz.} \quad A \parallel = 36 \text{ Proz.}$$

$A \perp$ ist also sehr gross, und der Krystall für praktische Zwecke als schlecht brauchbar zu bezeichnen. Ein Prisma aus diesem Krystall (von 45° Grad brechendem Winkel, und 4 cm Basis, opt. Achse senkrecht zur brechenden Kante) lässt 186 $\mu\mu$ so schlecht durch, dass die Wärmewirkung der Aluminiumlinien bei 186 $\mu\mu$ mit der von mir beschriebenen Versuchsanordnung kaum nachweisbar ist. Dies gelingt aber

recht gut mit einem ebensolchen Prisma, dessen $A\perp = 33$ Proz. ist. Da ein Quarzprisma von 45^0 ungefähr dieselbe Dispersion wie ein Flussspatprisma von 60^0 (im Gebiete 275—186 $\mu\mu$) hat, so kann man die von mir beschriebenen Versuche bis 186 $\mu\mu$ damit, statt mit einem Flussspatprisma bequem wiederholen. Die Firma Carl Zeiss-Jena besitzt solche, von mir geprüfte Krystalle.

Geschmolzener Quarz ist sehr schlecht durchlässig. Eine Platte von 2,81 mm Dicke liess bei 210 $\mu\mu$ 56 Proz. und unterhalb 200 nichts durch.

Flussspat.

Zur Untersuchung diente ein Plättchen von 4,61 mm Dicke. Die Absorption ist bei 186 $\mu\mu$ schon merklich. Die direkte Messung ergab eine Durchlässigkeit von 83 Proz., woraus sich $A = 20$ Proz. für $\lambda = 186$ $\mu\mu$ berechnet.

Steinsalz.

Zur Untersuchung diente eine Platte von 5,65 mm Dicke. Die Versuche wurden häufig wiederholt, und die Platte beständig nachpoliert, da der geringste Feuchtigkeitsniederschlag, der eine mit blossem Auge völlig unsichtbare Trübung der Politur herbeiführt, die Durchlässigkeit im Ultraviolett stark herabsetzt. Die grössten erhaltenen Zahlen sind die folgenden:

Wellenlänge in

$\mu\mu$:	186	210	231	280
A:	30 Proz.	23 Proz.	14 Proz.	4,5 Proz.

Das Steinsalz kommt also für 186 dem besten Quarz an Durchlässigkeit gleich. Seine Absorptionskurve fällt aber nicht plötzlich, wie die des Quarzes, sondern sehr langsam ab. Auch hat es den Nachteil sehr grosser Brechungsindices und damit grossen Reflexionsverlustes. Da die Dispersion des Steinsalzes im Gebiete 275 bis 186 $\mu\mu$ etwa dreimal so gross ist, wie die des Quarzes, wird ein Prisma daraus für Untersuchungen, bei denen es auf die variable Absorption nicht so sehr ankommt (Intensitätsverhältnisse in engen Triplets, u. dgl.) sehr gut zu brauchen sein. Nach einem Vorschlage, den ich Herrn Prof. Kaufmann verdanke, klebe man, um die Politur der Flächen zu schonen, auf diese mittels Glyzerin dünne Quarzplatten auf. Das Prisma hält sich dann ganz ausgezeichnet und liefert ein gutes Bild.

Ein Prisma von 20^0 brechendem Winkel hat ungefähr dieselbe Dispersion, wie ein Flussspatprisma von 60^0, und ist darum zur Wiederholung meiner Versuche bis 186 $\mu\mu$ sehr geeignet.

Kalkspat.

Benutzt wurde ein Plättchen, senkrecht zur Achse geschnitten, 6,1 mm dick. Es ist wohl anzunehmen, dass auch Kalkspat Dichroismus und verschiedene Absorption, je nach Herkunft, zeigen wird.

Wellenlänge:

in $\mu\mu$	214	231	240	258	280
A	97 Proz.	69 Proz.	44 Proz.	26 Proz.	15 Proz.

Ein Plättchen, 1,1 mm dick, war unterhalb 200 $\mu\mu$ ganz undurchlässig.

Glyzerin.

Benutzt wurde chemisch reinstes, von Merck bezogenes Glyzerin.

Wellenlänge in:

$\mu\mu$	227	257	275	293	330
A	81 Proz.	50 Proz.	57 Proz.	46 Proz.	24 Proz.

Bei 275 $\mu\mu$ befindet sich also ein Buckel der Absorptionskurve. Unterhalb 210 ist eine Schicht von 1 cm Dicke völlig undurchlässig.

Äthyl-Alkohol.

Chemisch reinster von Merck.

Wellenlänge in:

$\mu\mu$	203	206	214	219	227	240	280	
A	96	86	72	63	42	28	20	Proz.

Die Resultate sind in umstehender Figur graphisch dargestellt.

Bonn, im März 1904.

(Eingegangen 14. März 1904.)

BESPRECHUNGEN.

Henri Abraham, Recueil d'expériences élémentaires de physique. Publié avec la collaboration de nombreux physiciens. Première partie: Travaux d'atelier, Géometrie et Mécanique, Hydrostatique, Chaleur. (H. Abraham, Sammlung einfacher physikalischer Demonstrationen. I. Laboratoriumsarbeiten, Geometrie und Mechanik, Hydrostatik, Wärme.) Paris, Gauthier-Villars. 1904.

Das Werk, dessen erster Teil hier vorliegt, ist auf Anregung und mit den Mitteln der „Société française de Physique" entstanden und verdient den deutschen Werken von Lehmann Frick, Weinhold an die Seite gestellt zu werden. Das sehr reichlich mit Abbildungen ausgestattete Buch verdankt seine vorzügliche Auswahl von Demonstrationsexperimenten, sowie die besondere Fülle praktischer Ratschläge dem Umstande, dass es nicht das Werk eines Einzelnen ist, sondern eine grosse Reihe von Mitarbeitern besitzt, welche sämtlich ihre Erfahrung und ihren Rat dem Bearbeiter zu Ge-

bote gestellt haben. Die über 300 Abbildungen sind grösstenteils sehr instruktiv, besonders die das Arbeiten an der Drehbank und das Glasblasen betreffenden und überall merkt man den erfahrenen Experimentator heraus, der mit wenig Mitteln viel und Gutes zu leisten vermag. Das Buch kann daher allen, die sich für physikalische Experimentierkunst interessieren, eindringlich empfohlen werden, in erster Linie aber den Lehrern der Physik an höheren Schulen, für welche sich eine Fülle anschaulicher Demonstrationen aus der Mechanik und Wärmelehre in diesem ersten Teile finden. Emil Bose.

(Eingegangen 20. November 1903.)

Walther Thorner, Die Theorie des Augenspiegels und die Photographie des Augenhintergrundes. gr. 8. V u. 134 S. mit 64 Fig. u. 3 phot. Taf. Berlin, August Hirschwald. 1903. M. 6,—.

Die Lektüre dieses tief in die Fragen der Ophthalmoskopie eingehenden Werkchens erfordert zum gründlichen Verständnis genaues Studium, wozu mir leider die Zeit fehlte; ich kann nur sagen, dem Verfasser scheint gelungen zu sein, was er erstrebte; auch die interessanten 14 photographischen Nachbildungen des Augenhintergrundes einer Katze, von 2 Mädchen, 3 Knaben und 2 Frauen in mittlerem und höherem Alter geben Zeugnis hiervon. Das erste Kapitel, die Untersuchung im aufrechten und im umgekehrten Bilde, behandelt die Geschichte des Augenspiegels. Das zweite, die Beseitigung der Reflexe, ist das Grundlegende der ganzen Schrift. Nachdem sich die Immersions- und die Polarisationsmethode als zu umständlich erwiesen, gelang es dem Verfasser auf geometrischem Wege, durch räumliche Anwendung von Blenden, die bilderzeugenden Strahlen von den störenden Reflexstrahlen zu trennen. Er benutzt ein reelles Bild der Pupille des beobachteten Auges sowohl im Beleuchtungs- wie auch im Beobachtungsraum; für die eine Hälfte des untersuchten Augenhintergrundes werden die Reflexe durch Abblendung im Beobachtungsraum, für die andere durch Abblendung im Beleuchtungsraum beseitigt. Dieses Prinzip erwies sich geeignet zur Lösung von weiteren Aufgaben. Zunächst wird die Konstruktion eines stabilen Augenspiegels, welcher infolge Reflexlosigkeit die Anwendung allgemein optischer Gesichtspunkte gestattet, Gesichtsfeld, Vergrösserung, Helligkeit sowie die Art der Untersuchung besprochen. Alsdann werden die Methoden der Refraktionsbestimmung besprochen, Erzeugung eines scharfen Bildes auf der Netzhaut des untersuchten Auges bzw. die Schattenmethode, wobei aus dem gleich- bzw. gegenläufigen Wandern des Schattens bei seitlicher Abblendung auf die Einstellung geschlossen wird, bzw. die Basismethode der Entfernungsmesser; nach der ersten wird ein Apparat konstruiert. Ferner wird die Konstruktion eines stereoskopischen Augenspiegels bzw. stereoskopischen Okulars entwickelt und endlich die Photographie des Augenhintergrundes behandelt, welche selbst stereoskopisch möglich wäre und besonders gute Resultate bei jugendlichen Individuen ergiebt. Karl Strehl.

(Eingegangen 5. Januar 1904.)

Erich Marx, Über wahre und scheinbare Abweichungen vom Ohmschen Gesetz, Sammlung elektrotechnischer Vorträge. gr. 8. 13 S. mit 3 Abb. Stuttgart, Ferd. Enke. 1903. M. 2,40.

Wie schon von anderer Seite geschehen ist, definiert Marx als wahre Abweichung vom Ohmschen Gesetz den Fall, dass die Geschwindigkeit der Ionen nicht mehr proportional der sie treibenden örtlichen Kraft ist. Er erörtert diesen Fall an der Hand des von ihm studierten Hall-Effektes in Flammengasen; gegen die von ihm hierbei angewendete Methode, den Spannungsabfall in Flammen zu verändern, sind allerdings von H. Starke (Verh. d. deutschen Physik. Ges. 5, 372, 1903) Einwände erhoben worden. Wer sich über die Anwendung des Ohmschen Gesetzes auf die Elektrolyte, Gase und Metalle für Gleich- und Wechselstrom und über gewisse Versuche hinsichtlich seiner Gültigkeitsgrenze in einer kurzen Darstellung orientieren will, dem kann der Vortrag empfohlen werden. Stark.

(Eingegangen 3. Januar 1904.)

C. Christiansen und **J. J. C. Müller, Elemente der theoretischen Physik.** gr. 8. 2. Auflage. VIII und 532 S. mit 160 Figuren im Text. Leipzig, J. A. Barth. 1903. Preis M. 10, in Leinen gebunden 11 M.

Dies Lehrbuch der theoretischen Physik bedarf, da es wohl allgemein bekannt ist, kaum eines empfehlenden Wortes. Bei der Bearbeitung der zweiten Auflage sind wesentliche Änderungen in der Anordnung und in der Darstellung nicht vorgenommen. Hinzugefügt ist ein Abschnitt über Diffusion und Osmose und ferner ein Abschnitt über Elektrolyse. Ausserdem ist im ersten Abschnitt einiges über die Berechnung der Trägheitsmomente eingeschaltet und ferner ist am Schlusse desselben Abschnitts das Prinzip der virtuellen Verrückungen eingefügt. In der Wärmelehre sind die Betrachtungen über die Kreisprozesse und über die Entropie erweitert; damit im Zusammenhange ist der Begriff der freien Energie und ferner das thermodynamische Potential eingeführt.

Mit Freuden zu begrüssen ist es, dass der Druck der Formeln übersichtlicher ist, als in

der ersten Auflage; auch sind eine Reihe von Druckfehlern und Ungenauigkeiten in denselben ausgemerzt. Stehen geblieben sind die nicht genauen Formeln in § 14, wo die Rechnung mit ein und demselben Oberflächenelement $d\omega$ durchgeführt wird, während es je nach der Lage von m_1, m_2, m_3 usw. verschiedene Werte besitzt. G. C. Schmidt.

(Eingegangen 10. Januar 1904.)

Personalien.

(Die Herausgeber bitten die Herren Fachgenossen, der Redaktion von eintretenden Änderungen möglichst bald Mitteilung zu machen.)

Es habilitierte sich: Dr. Knoop in Freiburg i/B. für physiologische Chemie.

Es wurde berufen: Prof. Dr. Lorenz-Göttingen als Ordinarius für Mechanik, Prof. Roessler-Charlottenburg desgl. für Elektrotechnik, beide an die technische Hochschule in Danzig, Dr. A. Hagenbach als etatsmässiger Prof. für Physik an die technische Hochschule in Aachen, Reg.-Baumeister Moersch zum Prof. für Ingenieurwissenschaften in Zürich.

Es wurden ernannt: Prof. Dr. Harries, Abteilungsvorsteher am chemischen Institut zu Berlin zum ausserordentlichen Prof., die ordentlichen Prof. Ditscheiner und Finger an der technischen Hochschule zu Wien zu Hofräten, Privatdoz. Dr. Wedekind-Tübingen u. Dr. Otto Dimroth zu ausserordentlichen Prof., Prof. Henri Becquerel-Paris zum korrespondierenden Mitgliede der Berliner kgl. Akad. der Wissenschaften.

Es starb: Prof. Leidie (Chemie) in Paris, Prof. Charles Soret (Experimentalphysik) in Genf.

Es erhielt die grosse goldene Medaille für Wissenschaft Geh.-Rat Prof. Dr. Hittorf zu Münster.

Vorlesungsverzeichnis für das Sommersemester 1904.

Technische Hochschule Aachen.

Wüllner: Experimentalphysik II: Die Lehre vom Licht und der Wärme, 6; Physik in mathematischer und experimenteller Behandlungsweise: Elektrische Schwingungen, elektromagnetische Lichttheorie, 3; Übungen im physikalischen Laboratorium (mit Wien und Müller), tägl. — **Wien**: Experimentalphysik, enzyklopädischer Kursus: Wärme, Schall, Licht, 2; Theorie der Elektrochemie, 2. — **Polis**: Meteorologie II: Klimatologie, 2; Ausgewählte Kapitel der Meteorologie II, 1; Meteorologische Technik, 1; Übungen im Meteorologischen Observatorium. — **Grotrian**: Allgemeine Elektrotechnik, 5; Theoretische Elektrotechnik, 2; Elektrotechnisches Praktikum. — **Rasch**: Elektrische Starkstromanlagen, 2; Elektrische Bahnen, 3; Elektrotechnische Konstruktionsübungen, 2. — **Finzi**: Praktische Prüfung elektrischer Maschinen, 1. — **Herrmann**: Mechanische Technologie I, 3; Fabrikanlagen und Arbeitsmaschinen, 2, Zeichnen, 2. — **Weber**: Mechanische Technologie II, 4. — **Junkers**: Arbeiten im maschinentechnischen Laboratorium I, 1. — **Köchy**: Lokomotivbau I, 1, II, Zeichnen 2; Eisenbahnmaschinenbau, 2, Zeichnen, 2; Maschinenelemente, 4, Übungen, 5; Eisenbahnwagenbau, 2. — **Lüders**: Maschinenkunde I, 3, II, 6, Entwerfen, 6. — **Obergethmann**: Maschinenbau, 5, Übungen, 6; Maschinenkonstruieren, 6. — **Pinzger**: Theoretische Maschinenlehre I, 2, II, 4, Zeichnen, 2; Kinematik, 2, Zeichnen, 2. — **Lutz**: Maschinenzeichnen, 1, Übungen, 2; Maschinenskizzieren, 2; Automobilbau, 2, Übungen, 2; Baumaschinen, 2, Übungen, 2. —

Bredt: Experimentalchemie: Organischer Teil, 6; Organisches Praktikum (mit Levy); Anleitung zu selbständigen Arbeiten auf dem Gebiete der organischen Chemie. — **Classen**: Chemie der Metalle, 4; Anorganisches Praktikum: Praktikum für qualitative und quantitative Analyse, spezielle analytische Methoden: Quantitative Analyse durch Elektrolyse, Massanalyse, Gasanalyse, Spektralanalyse; Darstellung anorganischer Präparate; Ausführung selbständiger wissenschaftlicher Arbeiten auf den Gebieten der analytischen und anorganischen Chemie (mit Clören, Fischer, Houben, Trenzen und Köster); Elektrochemisches Praktikum. — **Rau**: Chemische Technologie, 4; Entwerfen von chemischen Fabrikanlagen, 4; Chemisch-technisches Praktikum (mit Strutz). —

Jürgens: Höhere Mathematik I, mit Übungen, 6; Elemente der analytischen Geometrie und der Differential- und Integralrechnung, mit Übungen, 5. — **Kötter**: Darstellende Geometrie, 4, Zeichnen, 4; Elemente der darstellenden Geometrie, 2, Zeichnen 2. — **v. Mangoldt**: Höhere Mathematik II, 3, Übungen, 1; Algebraische Analysis, 4; Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **Sommerfeld**: Mechanik I: Übersicht über die Dynamik des starren Körpers, über Festigkeitslehre, Hydraulik, Erddruck, 4, Übungen, 1, II: Dynamik und Hydraulik, 3, Übungen, 1. — **Haussmann**: Markscheiden und Feldmessen, 3, Übungen, 1 Tag; Markscheiderische Zeichen- und Rechen-Übungen, 2; Ausgewählte Kapitel der Markscheidekunde, mit Übungen, 2. — **Schumann**: Praktische Geometrie I, 3, II (Höhere Geodäsie), 2; Planzeichnen und Geodätisches Praktikum II, 4; Geographische Ortsbestimmung, 2; Eisenbahntracieren, Messübungen im Abstecken. —

Universität Basel.

Hagenbach-Bischoff: Experimentalphysik I, 6; Behandlung physikalischer Aufgaben im mathematischen Seminar, 2 *g*; Übungen im physikalischen Laboratorium (mit Veillon), 2. — **VonderMühll**: Einleitung in die mathematische Physik, 4 priv., 1 *g*, Übungen, 2 *g*; Ein Kapitel der mathematischen Physik, 4; Mathematisch-physikalische Übungen, 2 *g*. — **Riggenbach**: Die Fixsternwelt, 1 *g*.; Mechanische Wärmetheorie, 2. —

Piccard: Repetitorium der Chemie, 2 *g*. — **Nietzki**: Chemisches Vollpraktikum (mit Rupe und Fichter), tägl.; Chemie der aromatischen Reihe, 3. — **Kahlbaum**: Ausgewählte Kapitel der allgemeinen und physikalischen Chemie I, mit historischer Einleitung, 2; Kolloquium über theoretische Chemie, 3 *g*.; Physikalisch-chemisches Praktikum tägl. — **Rupe**: Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie, 2—3; Chemisches Kränzchen, 1. — **Fichter**: Anorganische Experimentalchemie, 6; Analytisches Halbpraktikum für Anfänger, 9; Organisch-chemisches Kolloquium, 1 *g*. — **Kreis**: Chemie der Nahrungs- und Genussmittel, 2; Übungen in der Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel, 4; Arbeiten im Laboratorium, tägl. — **Nienhaus**: Pharmakognosie, 3; Pharmazeutische Chemie, 2; Pharmazeutisch-chemisches Praktikum, 6; Mikroskopisches Praktikum, 2; Pharmazeutisches Kränzchen, 1 *g*. —

Kinkelin: Differential- und Integralrechnung II, 3; Algebraische Analysis, 3; Projektivische Geometrie, 3. —

Universität Berlin.

E. Warburg: Experimentalphysik II: Licht und Elektrizität, 5; Mathematische Ergänzungen zur Experimentalphysik, 1 *g*.; Praktische Übungen und Arbeiten im Laboratorium, a) für Geübtere, tägl., b) für Anfänger (mit Blasius)-7, c) für Pharmazeuten (mit Starke), 3½. — **Weinstein**: Philosophische Grundlagen der Naturwissenschaften, 1 *g*.; Theorie der Gase, 3. — **Fock**: Einleitung in die Chemie und Physik, 1; Elemente der Krystallographie, 1. — **Börnstein**: Experimentalphysik II: Optik und Elektrizitätslehre, 3; Übungen im Gebrauch physikalischer Mess- und Unterrichtsapparate, 4; Das Wetter und seine Voraussagung, 1 *g*. — **Krigar-Menzel**: Ausgewählte Kapitel der theoretischen Physik, 4. — **Neesen**: Elementare Mechanik, 1 *g*. — **Planck**: Mechanik deformierbarer Körper, 4; Mathematisch-physikalische Übungen, 1 *g*. — **Starke**: Über die elektrischen Entladungen in Gasen und ihre Begleiterscheinungen (Kathoden-, Röntgenstrahlen etc.), 1. — **Lummer**: Neuere Fortschritte auf dem Gebiete der Optik und Einführung in die moderne Abbildungslehre, 1. — **F. Martens**: Spektralanalyse und Photometrie (experimentell), ½. — **Aschkinass**: Elektrische und magnetische Messmethoden, mit Demonstration der Apparate, 2. — **Blasius**: Übungen im Anschluss an das physikalische Praktikum, 1 *g*.; Physikalischer Kursus für Mediziner, 3½. — **Slaby**: Funkentelegraphie, 2 *g*. — **v. Ihering**: Maschinenkunde, mit Übungen, 4. — **v. Bezold**: Theoretische Meteorologie: Statik und Dynamik der Atmosphäre, 2; Meteorologisches Kolloquium, 1 *g*.; Meteorolo-

gische Übungen, a) für Anfänger, 3, b) für Geübtere, tägl. ausser Sonnabend. — **Less**: Praktische Witterungskunde, 2. —

Landolt: Anorganische Experimentalchemie, 5; Praktische Übungen im zweiten chemischen Universitäts-Laboratorium, tägl.; Physikalisch-chemische Arbeiten (mit Jahn), tägl. — **Fischer**: Organische Experimentalchemie, 5; Praktische Arbeiten im I. chemischen Institut (mit Gabriel, Harries, Ruff und Pschorr), tägl. — **van't Hoff**: Ausgewählte Kapitel der physikalischen Chemie, 1 *g*. — **Pinner**: Anorganische Experimentalchemie, 6; Organische Experimentalchemie, 4. — **Liebermann**: Organische Chemie II: Aromatische Reihe, Farbstoffe, Alkaloide etc., 5; Chemische Experimentalübungen im Organischen Laboratorium, tägl. — **Biedermann**: Technische Chemie I: Die anorganischen Stoffe, mit Demonstrationen, 4; Über Steinkohlenteer und Teerfarbstoffe, 2 *g*. — **Gabriel**: Qualitative und quantitative chemische Analyse, 2. — **Will**: Geschichte der Chemie, 2; Ausgewählte Kapitel aus der technischen Chemie, 1 *g*. — **Jahn**: Theoretische und experimentelle Elektrochemie, 3. — **Thoms**: Grundzüge der Nahrungsmittelchemie und Harnanalyse, 1; Pharmazeutische Chemie, organischer Teil, mit Experimenten, 4; Praktische Übungen im pharmazeutischen Institut (mit W. Traube), tägl. — **Schotten**: Ausgewählte Kapitel der physiologischen und technischen Chemie, 2. — **v. Buchka**: Geschichte der Chemie, 2; Chemie der Nahrungsmittel, Genussmittel und Gebrauchsgegenstände, mit Berücksichtigung der einschlägigen Gesetzgebung, 4. — **Roth**: Thermochemie, 2; Titriermethoden, 1. — **Wichelhaus**: Technologie für Chemiker I: Anorganische Stoffe, mit Experimenten und Exkursionen, 4; Übungen im technologischen Institut, tägl. — **H. Traube**: Mineralchemie, 1. — **Meyerhoffer**: Die Phasenlehre in ihrer Anwendung auf die chemische Industrie, 1. — **Buchner**: Einführung in die organische Experimentalchemie, 3; Die Gärungstheorien, mit Experimenten, 1; Anorganisch- und organisch-chemisches Praktikum, tägl. — **Rosenheim**: Kolloquium über anorganische Chemie, $1^1/_2$; Anorganisch-chemisches Praktikum (mit R. J. Meyer), tägl.; Praktische Übungen in der Gas- und Massanalyse, 3. — **Pschorr**: Über Alkaloide, 1. — **Wohl**: Chemie der Kohlehydrate, 1. — **Emmerling**: Bakteriologie für Chemiker, 1; Chemisches Praktikum für Mediziner, 8. — **W. Traube**: Qualitative chemische Analyse, 1. — **Marckwald**: Stereochemie, 1. — **Spiegel**: Chemie der Alkaloide, 1. — **R. J. Meyer**: Chemie der selteneren Elemente, mit Experimenten, 2. — **Ruff**: Kolloquium über anorganische Chemie, 1. — **Jacobson**: Besprechung chemischer Tagesfragen, 1. — **Sachs**: Die Bestimmung der Konstitution organischer Verbindungen, 1. — **Harries**: Ausgewählte Kapitel aus der aliphatischen Chemie, 1. — **Neuberg**: Praktischer Kursus der Chemie für Mediziner (mit E. Salkowski), 6; Chemie der Eiweisskörper, 1; Die chemischen Vorgänge im Tierkörper, 1 *g*. —

Schwarz: Synthetische Geometrie, 4; Über einige ausgewählte Aufgaben der konformen Abbildung, 2 *g*.; Theorie der analytischen Funktionen II, 4; Mathematische Kolloquien, 14tägig, 2 *g*. — **Knoblauch**: Integralrechnung, 4, Übungen, 1 *g*.; Anwendungen der elliptischen Funktionen, 4. — **Lehmann-Filhés**: Analytische Mechanik, 4; Problem der drei Körper, 2 *g*. — **Landau**: Differentialrechnung, 4, Übungen, 1 *g*.; Theorie der Irrationalzahlen, 1 *g*.; Übungen in der höheren Funktionentheorie, 1 *g*. — **Schur**: Theorie der algebraischen Gleichungen II: Gruppentheoretischer Teil, 4; Übungen in der Algebra, 1 *g*.; Theorie der linearen Substitutionen, 2 *g*. — **Frobenius**: Analytische Geometrie, 4. — **Schottky**: Algebraische Analysis, 4, Theorie der krummen Linien und Flächen, 4. — **Foerster**: Geschichte der neueren Astronomie seit Newton, 2; Fundamentale Winkelmessungen am Himmel, 2; Naturwissenschaftlich-kulturgeschichtliche Erkenntnistheorie, 1 *g*. — **Marcuse**: Einführung in die astronomische Geographie und kosmische Physik, mit Lichtbildern, $1^1/_2$; Theorie und Anwendung astronomischer Instrumente, besonders für die Zwecke geographischer Ortsbestimmungen, mit Demonstrationen auf der Sternwarte und Exkursionen in mechanische Werkstätten, 2; Seminar und Kolloquium über Aufgaben der mathematischen Geographie und geographischen Ortsbestimmung, $1^1/_2$ *g*. — **Bauschinger**: Potentialtheorie mit Anwendungen auf die Figur und Rotation der Himmelskörper, 3; Einleitung in die Rechenkunst, $1^1/_2$ *g*. — **Eggert**: Einführung in die Geodäsie, 2. — **Helmert**: Theorie der Gradmessungen, 1 *g*.; Theorie der Kartenprojektionen, 1. — **Pringsheim**: Physik der Sonne, mit Experimenten, 1 *g*. — **Scheiner**: Über die Temperatur der Sonne, 1; Astrophysikalisches Kolloquium, 1 *g*. — **E. Meyer**: Ausgewählte Kapitel der technischen Mechanik, 2. — **Battermann**: Ausgewählte Übungen an Instrumenten der Sternwarte, $1^1/_2$. —

Technische Hochschule Berlin.

Paalzow: Experimentalphysik, 4; Physikalische Übungen, 4, für Praktikanten der chemischen Laboratorien, 2; Mathematische Physik, 2. — **Grunmach**: Magnetische und elektrische Masseinheiten und Messmethoden, 2; Physikalische Massbestimmungen und Messinstrumente, Übungen, 4. — **Gross**: Mechanische Wärmetheorie, 4; Einleitung in die mathematische Physik, 2; Einleitung in die Potentialtheorie, 2; Theorie des Galvanismus, 2; Gastheorie, 1. — **Rubens**: Experimentalphysik, 4; Übungen im physikalischen Laboratorium (Physikalische Messungen), 4. — **Kalischer**: Die physikalischen Grundlagen der Elektrotechnik I, 2; Elektromagnetismus und Induktion mit besonderer Berücksichtigung der Elektrotechnik, 4; Grundzüge der Elektrochemie, 2. — **Krigar-Menzel**: Allgemeine Mechanik II: Gleichgewicht und Bewegung von elastischen festen und flüssigen Körpern, 4; Theoretische Akustik, 2. — **Servus**: Theorie der Wechselstrommaschinen, 2; Geometrische Optik und Berechnung von Objektiven, 2. — **Gleichen**: Photographische Optik und Anleitung zur Berechnung photographischer Objektive, 2. — **Kassner**: Wetterkarten und Wettervorhersage, 1. — **W. Hartmann**: Kinematische Geometrie und theoretische Kinematik, 2; Maschinengetriebe (Anwendungen der Kinematik), 2. — **Klingenberg**: Projektierung elektrischer Anlagen, 2, Übungen, 2. — **Roessler**: Elektrische Bahnen, 2; Ausgewählte Kapitel der Elektrotechnik, 2; Fernleitung von Wechselströmen, 2. — **Slaby**: Elektromechanik, 4; Ausgewählte Kapitel aus der Elektromechanik, 2; Übungen im elektrotechnischen Laboratorium (mit W. Wedding), 36. — **Strecker**: Elektrotelegraphie, 2. — **W. Wedding**: Elektrotechnische Messkunde, 2; Beleuchtungstechnik und Anlagen, 2. — **Kallmann**: Betriebstechnik für Elektrizitätswerke und Strassenbahnen II, 2; Elektrische Einrichtungen in Centralen (Sicherheits-, Schalt- und Messtechnik) II, 2. — **Kapp**: Bau der Dynamomaschinen und Transformatoren, 2, Übungen, 3. — **Vogel**: Galvanische Elemente und Akkumulatoren, 2. — **Heinel**: Theorie, Konstruktion und Verwendung der Kälteerzeugungsmaschinen, 2; Maschinenkunde II, 2, Übungen, 4; Baumaschinen, 2. — **Heyn**: Mechanische Technologie I und Eisenhüttenkunde, 2; Mechanische Technologie II, 4, Übungen, 2; Zustandsänderungen der Metalle, 2 *g*. — **Hörmann**: Spezielle mechanische Technologie, 4; Werkzeugmaschinen, 2. — **Josse**: Wärmemechanik, Übungen, 4; Übungen im Maschinen-Laboratorium I, 4, II, 6, III, 10. — **Kammerer**: Maschinenelemente, Übungen, 8; Hebemaschinen, 4; Entwerfen von Hebemaschinen, Übungen, 4. — **Leist**: Technik der Kälteerzeugung, 4; Mechanik I, 4, Übungen, 2. — **Ludewig**: Wasserkraftmaschinen, Übungen, 4; Dampfkessel, 2, Übungen, 4. — **Martens**: Materialprüfungswesen mit Übungen in der mechanisch-technischen Versuchsanstalt, 2, Übungen, 2. — **E. Meyer**: Mechanik I, 4, Übungen, 2; Ausgewählte Kapitel der technischen Mechanik, 2. — **Pietsch**: Mechanik I, 4, Übungen, 2. — **v. Borries**: Eisenbahn-Maschinenbau, Fahrzeuge, Oberbau, Betriebs- und Verkehrs-Anlagen, Unterhaltung, 6, Übungen, 4; Eisenbahn-Maschinenwesen (für Bau-Ingenieure), 2. — **Kötter**: Mechanik I, 4, Übungen, 2; Ausgewählte Kapitel der Mechanik, 2 *g*. — **Goering**: Eisenbahnbau I: Grundzüge des Eisenbahnbaues, 2, Übungen, 4, II (einschliesslich Tunnelbau und grössere Bahnhofsanlagen), 6, Übungen, 4. — **Franz**: Tiefbau-Elemente für maschinentechnische Anlagen, 2, Übungen, 4; Bau-Anlagen für kommunale Maschinenbetriebe im Zusammenhang mit wirtschaftlichen Berechnungen und mit technischer Verwaltung, 2, Übungen, 4. — **Reichel**: Einleitung in den Maschinenbau, 2, Übungen, 6; Entwerfen von Wasserkraftmaschinen, Übungen, 4. — **Riedler**: Verbrennungsmotoren, 4, Übungen, 4. — **Stumpf**: Dampfmaschinenbau (einschliesslich Dampfturbinenbau), 4, Übungen, 8. — **Wehage**: Angewandte Mechanik, 4. —

v. Buchka: Chemie der Nahrungsmittel mit Berücksichtigung der Nahrungsmittel-Analyse und Bakteriologie, 4; Geschichte der Chemie, 2. — **Erdmann**: Experimentalchemie

II, 4; Abriss der Experimentalchemie, 2; Praktische Arbeiten im anorganischen Laboratorium, tägl. — **Herzfeld**: Zuckeruntersuchungen, Übungen, 2. — **Holde**: Untersuchung der Mineralöle und übrigen Naphtaprodukte, 2; Übungen in chemisch-technischer Materialprüfung (Fette, Öle, Seifen, Firnisse und Dichtungsstoffe), 2. — **v. Knorre**: Analytische Chemie: Qualitative Analyse, 2; Praktische Arbeiten im elektrochemischen Laboratorium, tägl.; Angewandte Elektrochemie (Elektrometallurgie, Galvanoplastik und Galvanostegie, quantitative Analyse durch Elektrolyse), 4. — **Liebermann**: Organische Chemie II: Aromatische Reihe, zyklische Verbindungen, Farbstoffe, Alkaloide, 5; Praktische Arbeiten im organischen Laboratorium, tägl. — **Miethe**: Spektralanalyse mit Übungen, 2; Photochemie und photomechanische Prozesse, 2; Konstruktionstypen photographisch-optischer Instrumente, 1; Praktische Arbeiten im photochemischen Laboratorium (für Studierende der Photochemie), tägl.; Photographische Übungen in den gebräuchlichen Prozessen, 16; Lichtpausübungen, 2- oder 4-wöchige Kurse. — **Traube**: Thermochemie, 2; Physikalisch-chemische Übungen, 3. — **Witt**: Chemische Technologie I: Technologie der Wärme und des Wassers, Technologie der anorganischen Verbindungen (Chemische Grossindustrie), 4; Glas, Keramik, Apparatenkunde, 4; Praktische Arbeiten im technisch-chemischen Laboratorium, tägl. — **Arndt**: Einführung in die physikalische Chemie, 2. — **Börnstein**: Verbrennung und Heizung, 1. — **Dolezalek**: Elektrochemische Messkunde mit Demonstrationen, 1. — **Frölich**: Einleitung in die Elektrotechnik, 1. — **Junghahn**: Technologie der Proteïnstoffe: Albumine (Eiweiss, Caseïn, künstliche Nährmittel, Blutpräparate u. s. w.), mit Exkursionen, 2. — **Jurisch**: Übungen im Entwerfen von chemischen Anlagen, 4; Luftrecht, 1. — **Köthner**: Grundlagen der Laboratoriumspraxis II, 2. — **Kühling**: Massanalyse, 2; Stöchiometrie, 1. — **Schoch**: Chemische und mechanische Technologie der Mörtelmaterialien und künstlichen Bausteine (Baumaterialienkunde): Prüfung und Beurteilung von Cement, Kalk und Gips (Rohstoffe und fertige Fabrikate), einschliesslich Apparatenkunde, mit Übungen, 2. — **Simonis**: Repetitorium der aliphatischen Reihe, 2; Organisch-chemische Analyse, 1. — **Stavenhagen**: Einführung in die Experimentalchemie, 2. — **Voswinckel**: Terpene und Kampfer, 1. — **Wolffenstein**: Stereochemie, 1; Praxis der synthetischen Methoden in der organischen Chemie, 1. —

Dziobek: Höhere Mathematik: Differential- und Integralrechnung, Analytische Geometrie, 6, Übungen, 2. — **Haentzschel**: Elemente der Mechanik, 4. — **Hauck**: Darstellende Geometrie II, 5, Übungen, 5. — **Hertzer**: Darstellende Geometrie II, 5, Übungen, 5. — **Hettner**: Höhere Mathematik: Differential- und Integralrechnung, Analytische Geometrie, 6, Übungen, 2; Theorie der Raumkurven und Flächen, 1. — **Jolles**: Darstellende Geometrie II, 5, Übungen, 5. — **Lampe**: Höhere Mathematik: Differential- und Integralrechnung, Analytische Geometrie, 6, Übungen, 2; Bestimmte Integrale und Differentialgleichungen, 2. — **Steinitz**: Variationsrechnung, 2; Funktionentheorie, 2; Niedere Analysis und Algebra, 2; Elemente der darstellenden Geometrie, 2, Übungen, 4. — **Cranz**: Ausgewählte Kapitel der technischen Mechanik, 2. — **Hessenberg**: Darstellende Geometrie I, 5, Übungen, 5. — **Jahnke**: Die Vektoren und ihre Anwendung auf Probleme der Mechanik (nach Grassmann), 2; Repetitorium über analytische Geometrie und Differential- und Integralrechnung, mit Übungen, 2. — **R. Müller**: Differential- und Integralrechnung, 4. — **Werner**: Niedere Geodäsie, 4 und 2; Geodätisches Praktikum II, 2; Praktische Übungen im Feldmessen, 4; Planzeichnen, 2; Höhere Geodäsie, 2. — **Galle**: Höhere Geodäsie, 2; Astronomische Ortsbestimmung, 2. — **Schulz**: Niedere Geodäsie, 4; Methode der kleinsten Quadrate, 2. —

Universität Bern.

Forster: Experimentalphysik I: Allgemeine Physik, Akustik, Optik, 6; Wärmelehre (Schluss), 1 *g*.; Repetitorium der Physik, 2; Theoretisch-praktischer Kurs der Photographie, 4; Physikalisches Praktikum, 4. — **Gruner**: Einleitung in die theoretische Physik, 1; Anwendungen der thermodynamischen Hauptsätze, 2; Telegraphie ohne Draht, 1. — **König**: Elektrochemie, 2. —

Friedheim: Spezielle anorganische Chemie, 4; Qualitative und quantitative Analyse (Metalloide), 2; Chemische Technologie der Brennstoffe und landwirtschaftlichen Gewerbe, 2; Anorganisch-chemisches Praktikum (Halbpraktikum), tägl. ausser Sonnabend; Analytisch-chemisches Praktikum für Mediziner, 8; Übungen in der technischen Gasanalyse, 3. — **v. Kostanecki**: Organische Chemie, 6, Repetitorium, 1; Organisch-chemisches Praktikum, tägl. — **Schaffer**: Chemie der Nahrungs- und Genussmittel, 2; Nachweis der chemischen Konservierung der Lebensmittel, 1 *g*.; Übungen im Laboratorium für Lebensmitteluntersuchung. — **Tambor**: Einführung in die Chemie der organischen Farbstoffe, 2; Repetitorium der Chemie der carbo- und heterozyklischen Verbindungen, 1. — **Mai**: Anorganisch-chemische Arbeiten; Repetitorium der anorganischen Chemie, 2; Kolloquium über qualitative Analyse, 1. — **Ephraim**: Kolloquium über Themata aus der anorganischen Chemie, 2. —

Graf: Kugelfunktionen mit Repetitorium, 3; Besselsche Funktionen mit Repetitorium, 3; Gammafunktionen und Bernoullische Funktionen mit Repetitorium, 3; Differentialgleichungen (Fortsetzung), 2; Differential- und Integralrechnung, 2; Funktionentheorie II, 2; Renten- und Versicherungsrechnung, 2; Mathematisches Seminar (mit G. Huber), 2; Mathematisch-versicherungswissenschaftliches Seminar (mit Moser), 1. — **Ott**: Differentialrechnung, 2; Analytische Geometrie I, 2; Differentialgleichungen, 2. — **G. Huber**: Die Doppel- und mehrfachen Sterne und ihre Bahnbestimmung, 1; Theorie der höheren ebenen Kurven, 2; Kubatur und Komplanation der Flächen, 1. — **Benteli**: Elemente der darstellenden Geometrie, 4; Praktische Geometrie (meistens Übungen auf dem Terrain), 3. — **Moser**: Versicherungen, die von mehreren Leben abhängen (Witwen- und Waisenversicherung), 1. — **Crelier**: Synthetische Geometrie der Kegelschnitte, 2; Géométrie cinématique, 2. —

Universität Bonn.

Kayser: Experimentalphysik II: Magnetismus, Elektrizität, Optik, 5; Physikalisches Laboratorium für Anfänger (mit Hagenbach und Konen), 8; Physikalisches Laboratorium für Vorgeschrittene, tägl.; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*. — **Lorberg**: Mechanik, 4; Kinetische Gastheorie, 2 *g*. — **Bucherer**: Ausgewählte Kapitel der Mechanik, 2. — **Konen**: Akustik, 2; Einzelbilder aus der Geschichte der Physik, 1 *g*. — **Kaufmann**: Theorie der Wärme, 4, Übungen, 1 *g*. — **Hagenbach**: Elektrizitätsleitung in Gasen, 2. — **Pflüger**: Einführung in die elektromagnetische Lichttheorie, 1 *g*. —

Anschütz: Experimentalchemie II: Anorganische Chemie, 6; Kolloquium über neuere Arbeiten auf dem Gebiete der Chemie, 1 *g*; Chemisches Praktikum für Anfänger und Vorgeschrittene, sowie für Nahrungsmittelchemiker (mit Rimbach und Frerichs), tägl., für Mediziner (mit Rimbach), tägl. — **Schroeter**: Aufbau und Abbau von Kohlenstoffverbindungen, 2; Praktische Übungen über organische Farbstoffe (mit Binz), 3. — **Schmidt**: Grundzüge organischer Stickstoffverbindungen, 1; Analyse und Konstitutionsermittlung organischer Verbindungen mit Hilfe von chemischen und physikalischen Methoden, 2. — **Rimbach**: Analytische Chemie II: Quantitative Analyse, 2; Ausgewählte Kapitel der physikalischen Chemie, 1 *g*; Übungen in der mikrochemischen Analyse, 2 *g*; Übungen in den wichtigsten physikalisch-chemischen Untersuchungsmethoden (mit Löb), 3 *g*; Polarimetrie und Refraktometrie und ihre Anwendungen in der Chemie (mit Übungen), 1. — **Frerichs**: Pharmazeutische Chemie II: Organische pharmazeutische Chemie, 3; Spezielle Methoden der Arzneimittelprüfung, 1 *g*. — **Kippenberger**: Chemie der Nahrungs- und Genussmittel I, 2; Chemische Technologie des Zellstoffs und seiner Derivate, 1 *g*. — **Binz**: Chemische Technologie (organischer Teil), mit Exkursionen, 2. — **Laar**: Photographie I, 1. — **Löb**: Physikalische Chemie I: Die allgemeinen Eigenschaften der Stoffe, 2; Experimentelle Elektrochemie, 1; Die Grundanschauungen der Naturforschung, 1 *g*; Elektrochemisches Praktikum für Vorgeschrittene, 2 Tage *g*. —

Kortum: Determinantentheorie, 2; Zahlentheorie, 4; Übungen im mathematischen Seminar, 2 *g*. — **Heffter**: Elemente der Differential- und Integral-Rechnung, 4, Übungen, 1 *g*.; Theorie der elliptischen Funktionen, 4. — **Sommer**: Einleitung in die Theorie der Differentialgleichungen, 3. —

Study: Analytische Geometrie I, 4, Übungen, 2 *g*; Kurven vierter Ordnung, 2 *g*; Übungen im mathematischen Seminar, 2 *g*. — **Küstner**: Theorie der astronomischen Instrumente mit Demonstrationen, 3; Astronomisches Kolloquium, 1 *g*; Praktische Übungen im astronomischen Beobachten (mit Mönnichmeyer). — **Mönnichmeyer**: Geographische Ortsbestimmungen, 2. —

Technische Hochschule Braunschweig.

Weber: Experimentalphysik, 4; Physikalisches Praktikum (mit Prümm); Ausgewählte Kapitel aus der Mathematischen Physik, 2; Grundzüge der Telegraphie und Telephonie, 1. — **Harting**: Wissenschaftliche Photographie, 3. — **Peukert**: Elektrotechnik, 4; Elektrotechnische Konstruktions-Übungen, 2; Grundzüge der Elektrochemie, 2; Blitzableiter und elektrische Sprengmethoden, 2; Elektrotechnisches Praktikum (mit Cruse), 6; Arbeiten im elektrotechnischen Laboratorium (für Fortgeschrittenere) (mit Cruse). — **Mosler**: Die elektrische Ausrüstung der Hebezeuge, 3; Funkentelegraphie, 1. — **Franke**: Dampfmaschinenbau (mit Neugebohrn), 4, Übungen, 8; Pumpmaschinenbau, Gebläse- und Kompressorenbau (mit Neugebohrn), 4, Übungen, 8. — **Friedmann**: Theorie und Konstruktion der hydraulischen Motoren (mit Lawaczeck), Übungen, 4; Maschinenelemente (mit Lawaczeck), 4, Übungen, 10; Grundzüge des Maschinenbaues, 2. — **Denecke**: Betriebsmittel für Strassen und Eisenbahnen, 2; Berechnung und Bau der Hebemaschinen, Übungen, 4; Eisenbahnmaschinenbau, 2, Übungen, 4; Technische Mechanik I, 5, Übungen, 2, Repetition, 2. — **Preuss**: Maschinenzeichnen, 6. — **Schöttler**: Kinematik, 1; Angewandte Wärmemechanik, 3; Arbeiten im mechanischen Laboratorium II (für Fortgeschrittenere) (mit Preuss), Übungen; Technische Mechanik II, 4, Übungen, 1, Repetition, 1. — **Lüdicke**: Allgemeine mechanische Technologie, 2; Werkzeugmaschinen, 2, Übungen, 3; Spinnerei, 2; Weberei, 2; Papierfabrikation, 3; Mühlenwesen, 3; Technologische Übungen, 2. —

R. Meyer: Organische Experimentalchemie, 6; Chemische Technologie der Faserstoffe, 1; Arbeiten im Laboratorium für analytische und technische Chemie (mit Biehringer und Spengler); Chemisches Kolloquium (mit Bodländer), *g*. — **Biehringer**: Analytische Chemie (für technische Chemiker), 2; Stöchiometrische Rechnungen, 1; Chemisch-technische Rechnungen, 1; Chemie der Metalle, 2. — **Bodländer**: Elektrochemie (für Elektrotechniker und Chemiker), 2; Metallurgie, 2; Chemische Technologie I, 5; Arbeiten im Laboratorium für physikalische Chemie und Elektrochemie (mit Eberlein). — **Reinke**: Untersuchungsmethoden auf dem Gebiete der Zuckertechnik, 2; Die besonderen Methoden der Zuckerherstellung, 4; Betriebsstörungen in der Gärungs-, Stärke- und Zuckertechnik und Molkerei, 2; Arbeiten im Laboratorium für chemische Technologie II und landwirtschaftlich-chemischer Gewerbe und Molkerei (mit Müller); Besprechungen auf dem Gebiete der chemischen Technologie II, Übungen, monatlich 2 *g*. — **Pommer**: Anbau und Pflege der Zuckerrübe, 2. — **H. Schultze**: Agrikulturchemie, 2. — **Beckurts**: Abwässerreinigung, 2; Pharmazeutische Chemie, 3; Arbeiten im Laboratorium für pharmazeutische Chemie und Nahrungsmittelchemie (mit Troeger und Frerichs). — **Troeger**: Analytische Chemie (für Pharmazeuten), 2; Repetitorium der anorganischen und organischen Chemie (für Pharmazeuten), 2; Gasanalyse, 1. —

Fricke: Analytische Geometrie und Algebra, 2; Differential- und Integralrechnung I, 4, Übungen, 2; Analytische Mechanik, 3; Elementarmathematik, Übungen, 2. — **Müller**: Darstellende Geometrie, 4, Übungen, 6; Geometrie der Bewegung, 3; Stereometrie, 1. — **Koppe**: Geodäsie II, 2, Übungen, 2; Ausgleichungsrechnung II, 2, Übungen; Grundzüge der sphärischen Astronomie, 2, Übungen, 2; Vermessungsübungen I (mit Bohlan), 4, II, 8; Planzeichnen (mit Bohlan), Übungen, 2. — **Bohlan**: Instrumentenkunde, Übungen, 2. —

Universität Breslau.

O. E. Meyer: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Optik, 4; Experimentelle Arbeiten und Übungen im physikalischen Laboratorium (mit Schaefer), 3 oder 6, für Geübtere, tägl.; Mathematische Theorie der inneren Reibung der Flüssigkeiten und Gase, 1 *g*. — **Neumann**: Hydrodynamik, 4; Übungen im mathematisch-physikalischen Seminar, 2 *g*. — **Riesenfeld**: Die Photographie und ihre Technik, 1 *g*.; Photographisches Praktikum, 2. — **Schaefer**: Die Maxwellsche Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, mit Demonstrationen, 4; Sichtbares und unsichtbares Licht, 1 *g*.

Ladenburg: Allgemeine Experimentalchemie, 6; Praktisch-chemische Übungen a) für Chemiker, ganz und halbtägig (mit Abegg), b) für Mediziner, 4, c) für Landwirte, 6; Chemisches Kolloquium, 14tägig, 2 *g*. — **Abegg**: Physikalisches und physikalisch-chemisches Kolloquium (mit Neumann), $1^1/_2$ *g*.; Physikalische Chemie II: Elektrochemie, 2, mit mathematischen Ergänzungsstunden; Theorie der Oxydations- und Reduktionsvorgänge, 1; Physikochemisches Praktikum (mit Julius Meyer), 3. — **Herz**: Analytische Chemie, 2; Stöchiometrie (ausgewählte Kapitel der physikalischen Chemie), 2; Synthetische Methoden der organischen Chemie, 2; Übungen im Bestimmen von Mineralien und Krystallformen (mit Hintze, Milch und Sachs), 1 *g*. — **Julius Meyer**: Die chemischen Gleichgewichte, vom Standpunkt der Phasenregel aus, 1; Die Benzol- und Pyridingruppe, 2; Geschichte der Chemie, 1. — **Gadamer**: Anorganische Experimentalchemie mit besonderer Berücksichtigung der Pharmazie, 6; Untersuchung von Trinkwasser und Harn, 1; Praktisch-chemische Übungen mit besonderer Berücksichtigung der Pharmazie, der forensischen Chemie und der Nahrungsmittelchemie, tägl.; Prüfung der Arzneimittel, 1 *g*. — **Ahrens**: Technologie der Kohle, der Teerprodukte, künstlichen Farb-, Süss- und Riechstoffe, 4; Technologie der Gärungsindustrien, 2; Chemisch-technisches Praktikum nebst Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl. ausser Sonnabend; Chemisch-technisches Kolloquium, 1 *g*; Landwirtschaftliche Technologie II, 2. —

Rosanes: Elemente der Determinantentheorie, 2; Analytische Geometrie der Ebene, 4; Übungen des mathematisch-physikalischen Seminars, 1 *g*. — **Sturm**: Differentialgeometrie, 3; Geometrische Örter höheren Grades, 3; Übungen des mathematisch-physikalischen Seminars, 2 *g*. — **London**: Theorie der elliptischen Funktionen, 4. — **Franz**: Kinetische Gastheorie und Meteorologie, 2; Astronomisches Praktikum für Anfänger, 2, für Vorgerücktere, tägl.; Mechanik des Himmels II, 4; Praktische Astronomie der Beobachtungen für Anfänger, 2 *g*. —

Technische Hochschule Brünn.

Jaumann: Physik, 5, Korrepetitionen, 1; Physikalisches Praktikum, 3. — **Szarvassi**: Grundzüge der Physik, 3. — **Zickler**: Elektrotechnische Messungen, 2; Elektrische Beleuchtungsanlagen, 3; Elektrotechnisches Praktikum I (für Anfänger), 4, III (speziell für Elektrotechniker), 8. — **Niethammer**: Bau elektrischer Maschinen und Apparate I, 3, Übungen, 4, II, Übungen, 3; Projektierung elektrischer Anlagen, 2, Übungen, 5. — **Hellmer**: Mechanik I: Statik, 3, II: Dynamik und Hydraulik, 3, Übungen, 1. — **Haussner**: Mechanische Technologie I: Metalle und Holz, 5, II: Spezielle Technologie der Faserstoffe, 2; Mechanische Bautechnologie, 3. — **Schiel**: Allgemeine Maschinenkunde II, 2. — **Musil**: Maschinenbau-Elemente, 4, Konstruktionsübungen, 6; Konstruktionsübungen für Maschinenbau I, 4; Technisches Zeichnen (Maschinenzeichnen) (für die Hörer der Maschinenbauschule), Übungen, 6. — **Wellner**: Maschinenlehre und Maschinenbau II: Theorie und Bau der Wärmemotoren I, 6, Konstruktionsübungen, 10; Maschinenlehre und Maschinenbau II: Theorie und Bau der Wärmemotoren III, 6, Konstruktionsübungen, 14. —

Habermann: Organische Chemie, 6; Analytische Chemie I: Allgemeiner Teil, 2; Chemische Übungen I, 10, II, 20. — **Hönig**: Chemische Übungen III, 20; Chemie der Nahrungs- und Genussmittel, 3; Technische Warenkunde der nicht organisierten Rohstoffe, 2. — **Donath**: Chemische Technologie I, 6, II, 6, III, $1^1/_2$, Übungen, 20. — **Weinreb**: Spezielle Färberei und Zeugdruckerei, mit Übungen, 2. — **Ulrich**: Chemische Technologie der Teerfarbstoffe II, 2, Praktikum. — **Frenzel**: Elektrochemie II (Anwendungen), 2; Elektrotechnisches Praktikum, 3. — **Mikosch**: Technische Mikroskopie, 1, Übungen, 2; Technische Warenkunde der organisierten Rohstoffe mit mikroskopischen Übungen, 3, Übungen, 4. —

Waelsch: Mathematik I, 2. Teil, 5, Korrepetitionen, 2.

— **Biermann**: Ausgewählte Kapitel der höheren Mathematik: Mathematik II, 3, Korrepetitionen, 1; Mathematische Näherungsmethoden, 2; Über Fouriersche Reihen, 1. — **Rupp**: Darstellende Geometrie und konstruktives Zeichnen, 4, Übungen, 4. — **Obenrauch**: Geschichte der Geometrie, 1. — **Prastorfer**: Technisches Zeichnen (für die Hörer der Ingenieurschule), 6. — **Niessl von Mayendorf**: Meteorologie und Klimatologie, 3; Niedere Geodäsie, 2; Vermessungsübungen, 12; Situationszeichnen: Plan- und Terrainzeichnen, 6; Höhere Geodäsie, 3. — **Steiner**: Elemente der niederen Geodäsie, 3. —

Universität Czernowitz.

Handl: Experimentalphysik, 2; Elemente der Astronomie und der mathematischen Geographie, 2; Praktisch-physikalische Übungen, 4. — **Tumlirz**: Theorie der Elektrizität und des Magnetismus II, 5; Mathematisch-physikalisches Seminar, 2; Mathematisch-physikalisches Proseminar, 2. —

Přibram: Allgemeine Chemie II, 5; Pharmazeutische Chemie, 5; Chemische Übungen im Laboratorium für Anfänger, 15; Chemisches Praktikum für Lehramtskandidaten, 6 *g*.; Anleitung zur Ausführung wissenschaftlicher Untersuchungen, 20. —

Technische Hochschule Darmstadt.

Schering: Experimentalphysik: Magnetismus, Elektrizität, Galvanismus (für die Studierenden des Maschinenbaues, der Elektrotechnik und der Allgemeinen Abteilung), 5; Physikalisches Praktikum (mit Zeissig), 4 Nachmittage; Selbständige Arbeiten aus dem Gebiete der Physik; Theoretische Elektrizitätslehre: Grundzüge der Potentialtheorie und der Lehre des elektromagnetischen Kraftfeldes, 2. — **Zeissig**: Experimentalphysik: Magnetismus, Elektrizität, Galvanismus (für die Studierenden der Architektur, des Ingenieurwesens, und der Chemie einschliesslich Pharmazie), 4, Repetitorium (für Pharmazeuten), 1. — **Rudolphi**: Einführung in das physikalische Praktikum, mit Demonstrationen, 1; Physikalische Chemie II, 1; Physikalisch-chemisches Kolloquium, 14 tägig, $1^1/_2$ *g*; Physikalisch-chemische Übungen und Arbeiten. — **Forch**: Berechnung physikalischer Aufgaben, 1 *g*. — **Meisel**: Theorie der optischen Instrumente II, 2; Grundzüge der Kartenprojektionslehre, 1, Übungen, 2. — **Fritsch**: Photographische Übungen, 2. — **Kittler**: Allgemeine Elektrotechnik I, 2, II, 2, Übungen (mit Fischer), 2; Übungen im elektrotechnischen Laboratorium (mit Wirtz und Sengel), halbtägig; Selbständige Arbeiten für vorgeschrittenere Studierende. — **Wirtz**: Elektrotechnische Messkunde, 2; Elemente der Elektrotechnik, 3; Grundzüge der Telegraphie und Telephonie, 2. — **Sengel**: Konstruktion elektrischer Maschinen und Apparate, 2, Übungen, 3; Projektieren elektrischer Licht- und Kraftanlagen, Übungen, 2; Grundzüge der Elektrotechnik, 2. — **Feldmann**: Asynchrone Motoren, 1; Elektrizitätszähler und ihre Verwendung, 1. — **Krauss**: Maschinenzeichnen, Übungen, 4; Mechanische Technologie I, 2, II, 4; Werkzeugmaschinen, Übungen, 3; Arbeiterschutz, 2. — **Lincke**: Maschinenelemente, 6, Konstruktionsübungen, 9; Zeichen- und Konstruktionsübungen in Maschinenelementen, 3. — **Berndt**: Allgemeine Maschinenlehre, 3; Eisenbahn-Maschinenbau I, 3, II, 2; Übungen zu den Elementen des Lokomotivbaues, 3; Maschinenbau-Praktikum I, 3. — **Gutermuth**: Dampfkessel, 2; Pumpmaschinen, 4; Gebläse und Kompressoren, 2; Konstruktionsübungen, 6; Maschinenbau-Praktikum II, Übungen, 3. — **Pfarr**: Regulatoren zu Wasserkraftmaschinen, 1; Papierfabrikation und deren Maschinen, 2; Konstruktionsübungen zu Hebemaschinen, Wasserkraftmaschinen und Fabrikanlagen, 6; Maschinenbau-Praktikum III, 3; Hydraulik, 2, Übungen, 1. — **Beck**: Gewichts- und Kostenberechnungen der Maschinenfabrikation, 1. —

Staedel: Anorganische Experimentalchemie, 6; Chemisches Praktikum (mit Kolb, Keppeler und Richter), tägl. ausser Sonnabend. — **Finger**: Ausgewählte Kapitel aus der organischen Chemie, 2; Teerfarbstoffe, 4; Praktikum im Laboratorium für organische Chemie, tägl. ausser Sonnabend; Farbstoff- und Färberei-Praktikum (mit Schwalbe). — **Kolb**: Analytische Chemie I, 2; Methoden der organischen Analyse, 1; Kolloquium über anorganische Chemie, 1. — **Keppeler**: Thermochemie, 2 *g*. — **Schwalbe**: Chemische Technologie der Gespinstfasern, 1 *g*. — **Heyl**: Pharmazeutische Chemie: Anorganischer Teil, 2; Ausmittelung der Gifte (für Pharmazeuten), 1. — **Dieffenbach**: Elektrochemie, 2; Chemische Technologie, 2; Metallurgie, 2; Elektrochemisches Kolloquium (mit Neumann und Winteler), 1 *g*; Chemisches Praktikum für Elektrochemiker (mit Neumann, Winteler und Moldenhauer), tägl. ausser Sonnabend; Elektrotechnisches Praktikum (mit Neumann und Winteler), tägl. ausser Sonnabend; Chemisch-technisches Praktikum (mit Neumann und Winteler), tägl. ausser Sonnabend. — **Neumann**: Hüttenmännische Probierkunst, mit Übungen, 2 *g*; Elektroanalyse und die neueren Anschauungen über analytische Vorgänge, 1 *g*. — **Vaubel**: Theoretische Chemie II, 2, Übungen, 3; Stöchiometrische Berechnungen, Übungen, 1; Die maschinellen Hilfsmittel der chemischen Technik, $1^1/_2$; Photochemie, 1. — **Sonne**: Chemisch-technische Untersuchung der Nahrungsmittel, Genussmittel und Gebrauchsgegenstände, mit Demonstrationen und Exkursionen, 2. — **Weller**: Untersuchen von Nahrungsmitteln, Genussmitteln und Gebrauchsgegenständen, 1, Übungen, 8. —

Graefe: Repetitorium der Elementarmathematik, 3, Übungen, 2; Höhere Mathematik für Architekten, Chemiker, Elektrochemiker und Geometer, 3, Übungen, 2; Höhere Mathematik II, 2, Übungen, 1. — **Dingeldey**: Elemente der höheren Algebra, mit Übungen, 2; Höhere Mathematik I für Ingenieure, Maschinenbauer und Elektrotechniker, 5, Übungen, 3; Theorie der Fourierschen Reihen und Integrale, 2. — **Gundelfinger**: Analytische Übungen (für Vorgerücktere), 1. — **Scheffers**: Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 6. — **Wiener**: Ebene Kurven und Raumkurven, 2; Arbeiten im mathematischen Institut, 3. — **Fenner**: Geodäsie, 4; Geodätische Übungen, 12; Ausarbeitung der geodätischen Vermessungen, 4. — **Henneberg**: Technische Mechanik, 3, Übungen (mit Graefe), 2; Mechanik I, 5, Übungen (mit Graefe), 1; Reine Kinematik, mit Übungen, 2. — **Schlink**: Repetitorium der Mechanik, 2; Über Fachwerke, 2; Gleichungen der Dynamik und ihre Anwendung auf technische Probleme, 1 *g*. —

Technische Hochschule Dresden.

Hallwachs: Experimentalphysik II, 5; Physikalisches Praktikum I (mit Toepler), 6 oder 3, II (mit Toepler), 9; Praktikum für grössere physikalische Arbeiten, 20. — **Toepler**: Elektrische Strömung und Strahlung in Gasen (Kathodenstrahlen, Becquerelstrahlen etc.), 2. — **Krone**: Theorie und Praxis der Photographie und Kolloquium über wissenschaftliche Photographie, 3; Lichtpausen (kürzerer Kursus), 2 *g*. — **Görges**: Allgemeine Elektrotechnik II, 2; Theorie des Wechselstromes, 4; Elektrotechnisches Praktikum für Anfänger, 4; Elektrotechnisches Laboratorium (Spezialarbeiten), 30; Elektrotechnisches Kolloquium (mit Kübler), 2 *g*. — **Kübler**: Dynamomaschinen II, 2; Elektrische Arbeitsübertragung, 2; Entwerfen von Dynamos, Starkstromapparaten, elektrischen Fahrzeugen und Anlagen, 8. — **Ulbricht**: Eisenbahnsignalwesen und elektrische Eisenbahneinrichtungen, 3 *g*. — **Buhle**: Maschinenelemente für Maschinen- und Elektroingenieure, 5; Abriss der Maschinenelemente für Bau- und Fabrikingenieure, 2; Maschinenkonstruieren (Maschinenelemente) für Maschinen- und Elektroingenieure, 10, für Bau- und Fabrikingenieure, 4; Hebe- und Transportmaschinen, 2; Maschinenkonstruieren (Hebezeuge) für Maschinen- bezw. Elektroingenieure, 10 bezw. 5. — **Fischer**: Allgemeine Maschinenlehre (Kraftmaschinen), 4; Technisches Zeichnen für die Chemische Abteilung, 4; Skizzieren für die Mechanische Abteilung, 4; Appreturmaschinen, 2. — **L. Lewicki**: Dampfmaschinen (Fortsetzung), 4; Wasserkraftmaschinen, 3; Ausgewählte Kapitel aus dem Maschinenbau (Pumpen), 2; Maschinenkonstruieren für Maschinen- und Elektroingenieure, 10; Arbeiten im Maschinenlaboratorium A mit Kolloquium (m. E. Lewicki), 3; Grössere Arbeiten im Maschinenlaboratorium A (mit E. Lewicki), 20. — **E. Lewicki**: Grundzüge der technischen Hydraulik, 2; Skizzieren von Maschinenteilen nach dem Gedächtnis, 1. — **Mollier**: Technische Thermodynamik II: Gas- und Kältemaschinen, 4; Kinematik II, 2, Übungen, 3; Arbeiten im Maschinenlaboratorium B, 4; Grössere Arbeiten im Maschinenlaboratorium B, 24. — **Ernst Müller**: Allgemeine mechanische Technologie I, 3; Papierfabrikation, 3; Praktikum für Faserstofftechnik, 20. —

Hempel: Experimentalchemie (anorganische), 6; Anorganisch-chemisches Praktikum (qualitative Analyse), 12; Anorganisch-chemisches Praktikum (quantitative Analyse, technische Titriermethoden, Gasanalyse), ganztägig, tägl. ausser

Sonnabend. — **v. Meyer**: Organisch-technische Chemie, Chemische Technologie der Fette und Öle: Seifen-, Kerzen-, Glyzerinfabrikation, Sprengstoffe, Lederindustrie, 3; Synthetische Methoden der organischen Chemie, 1; Organisch-chemisches Praktikum, ganz- und halbtägig, tägl. ausser Sonnabend. — **F. Foerster**: Chemische Technologie des Glases, der Tonwaren, der Bausteine und des Mörtels, sowie des Zements (mit Exkursionen), 2; Physikalische Chemie I (zugleich Einführung in die Elektrochemie), 3; Praktikum für Elektrochemie, 12; Praktikum für grössere Arbeiten auf dem Gebiete der Elektrochemie und physikalischen Chemie, ganztägig, tägl. ausser Sonnabend. — **Möhlau**: Chemie des Steinkohlenteers: Die Rohmaterialien und Zwischenprodukte für die Industrie der organischen Farbstoffe, 3; Chemie und chemische Technologie der organischen Farbstoffe I, 2; Praktikum für Farbenchemie, 12, für Färbereitechnik, halbtägig, tägl. ausser Sonnabend, für grössere Arbeiten auf dem Gebiete der Farbenchemie bezw. Färbereitechnik, ganztägig, tägl. ausser Sonnabend. — **Bucherer**: Praktische Übungen auf dem Gebiete des Patentwesens, 1 *g.*; Chemisch-technische Tagesfragen, erörtert an Hand der neueren Patentliteratur, 1. — **Lottermoser**: Chemie der Kolloide, 1; Ausgewählte Kapitel aus der technischen Analyse mit besonderer Berücksichtigung der organischen Chemie, 1. — **Erich Müller**: Reduktion und Oxydation durch Elektrolyse, 1. — **Schlossmann**: Physiologisch-chemisches Praktikum für Geübtere, 20. — **v. Walther**: Metallorganische und organische Phosphor-Arsen- etc. Verbindungen, 1; Moderne Theorien der organischen Chemie, 1. — **Renk**: Gewerbehygiene, 2; Übungen im Untersuchen von Nahrungs- und Genussmitteln, ganztägig; Praktikum für Nahrungsmittelchemiker, halbtägig, tägl. ausser Sonnabend. —

Helm: Analytische Geometrie I, 3, Übungen, 1; Einleitung in die Elektrodynamik nach ihrer geschichtlichen Entwickelung, 2; Versicherungstechnisches Seminar, 1, Übungen, 2. — **Rohn**: Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 6; Projektive Behandlung der Flächen 2. Grades, 2. — **Fuhrmann**: Differential- und Integralrechnung, 5; Anwendungen der Elementarmathematik, 2; Geodätisches Praktikum, 4; Geodätisches Zeichnen, 2. — **Heger**: Raumkurven dritter Ordnung, 1. — **Krause**: Integralrechnung, 5, Übungen, 2; Theorie der elliptischen Funktionen, 4; Mathematisches Seminar, 1 *g.* — **Naetsch**: Einleitung in die Theorie der ganzen Zahlen, 3; Sphärische Trigonometrie, 2. — **Grübler**: Technische Mechanik II, 6, Übungen, 2; Graphostatische Übungen, 2. — **Pattenhausen**: Methode der kleinsten Quadrate, 2, Übungen, 1; Höhere Geodäsie, 2, Übungen, 1; Sphärische Astronomie, 2; Vorübungen zum Planzeichnen für Vermessungsingenieure (Schriftzeichnen), 2; Planzeichnen II für Bauingenieure, 2, für Vermessungsingenieure, 4; Skizzieren geodätischer Instrumente, 2; Triangulierungsübungen, 4; Katastervermessungsübungen, 2; Geodätisches Praktikum I, 4, II, 4; Grössere Terrainaufnahmen, 2 Wochen. —

Universität Erlangen.

Wiedemann: Experimentalphysik: Wärme, Akustik, Optik, 5; Physikalisches Praktikum für Anfänger (Chemiker, Mediziner etc.), 2; Physikalisches Halbpraktikum, 20; Physikalisches Vollpraktikum, 44; Physikalisches Kolloquium, 2 *g.* — **Schmidt**: Der Durchgang der Elektrizität durch Flüssigkeiten, Gase und Metalle, 2 *g.*; Mathematische Chemie, 2; Mathematisch-physikalische Übungen (mit Wehnelt), 2 *g.* — **Wehnelt**: Mathematische Physik I: Mechanik, Wärme und kinetische Gastheorie, 4. —

Fischer: Organische Experimentalchemie, 5; Praktische Übungen im chemischen Laboratorium (mit Busch), a) Halbpraktikum, 20, b) Vollpraktikum, 40; Praktikum für Mediziner (mit Busch und Gutbier), 4. — **Paal**: Pharmazeutische Chemie: Anorganischer Teil, 3; Ausmittelung von Giften, 1; Chemisches Praktikum, ganz- und halbtägig, tägl.; Praktischer Kurs für Studierende der Pharmazie, 20; Arbeiten auf dem Gebiete der Nahrungs- und Genussmittel, ganz und halbtägig, tägl. — **Busch**: Qualitative und quantitative chemische Analyse (Metalloide), 2; Chemische Technologie (anorganische Grossindustrie, Metallurgie), mit Exkursionen, 2. — **Henrich**: Ausgewählte Kapitel aus der organischen Chemie, 2; Stereochemie, 1. — **Jordis**: Die Lehre vom chemischen Gleichgewicht, 1; Lektüre und Besprechung ausgewählter chemischer Arbeiten, 1 Abend; Elektrochemisches Praktikum: a) für Anfänger: Elektroanalyse, 3, b) für Fortgeschrittene: Anorganische und organische Präparate, 5, c) Halbpraktikum, 20, Vollpraktikum, 40. — **Gutbier**: Geschichte der Chemie II, 1; Chemisches Seminar für Chemiker und Pharmazeuten, 2. —

Gordan: Differentialgleichungen, 4; Zahlentheorie, 4; Übungen im Seminar, 3 *g.* — **Noether**: Analytische Geometrie des Raumes, 4; Synthetische Geometrie mit Übungen, 4; Geometrisch-analytische Übungen, *g.* —

Universität Freiburg i. Br.

Himstedt: Experimentalphysik: Magnetismus, Elektrizität, Optik, 5; Übungen aus der theoretischen Physik, 1 *g.*; Physikalisches Kolloquium, 2 *g.*; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl.; Physikalisches Praktikum, für Studierende der Naturwissenschaften an 2, für Mediziner und Pharmazeuten an 1 Nachmittag. — **Königsberger**: Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, 2; Monozyklische und polyzyklische Systeme, 1. — **G. Meyer**: Überblick über die physikalische Chemie, 2; Spektralanalyse, 2, Praktikum, 1; Physikalisch-chemisches Übungspraktikum, 1 Vormittag; Selbständige physikalisch-chemische Arbeiten, tägl. — **Franz Fischer**: Chemisches Gleichgewicht und Reaktionsgeschwindigkeit, 1; Theorie und Praxis der elektrischen Akkumulatoren, 1. —

Gattermann: Organische Experimentalchemie, 5; Chemische Teerfarbstoffe (theoretischer Teil), 1 *g.*; Chemisches Praktikum (mit Willgerodt), tägl. ausser Sonnabend; Übungen im Experimentieren und Vortragen für künftige Lehrer der Chemie, 2 *g.* — **Willgerodt**: Anorganische Experimentalchemie, 5; Organische Technologie, 2; Analyse der Nahrungs- und Genussmittel, 2. — **Edinger**: Die synthetischen Methoden der organischen Chemie (mit anschliessendem Kolloquium), 2. — **Fromm**: Über qualitative Analyse, 1; Repetitorium der organischen Chemie für Mediziner, 2. — **Müller**: Qualitative Analyse, 1; Ionentheorie und Theorie der Lösungen (elementar behandelt), 1. — **Rupp**: Chemie der Teerfarbstoffe, praktisch-koloristischer Teil, 2; Kolloquium über das Gesamtgebiet der Chemie, 3. — **Meigen**: Mass- und Gasanalyse, 1; Stöchiometrische Übungen, 1; Lötrohrpraktikum (Bestimmung von Mineralien auf chemischem Wege), 2; Praktische Übungen in der Gasanalyse, 2. —

Lüroth: Integralrechnung, 5, Übungen, 2; Ebene und sphärische Trigonometrie, 2. — **Stickelberger**: Mechanik, 5; Variationsrechnung, 3; Mathematisches Seminar. — **Loewy**: Theorie und Anwendung der Determinanten, 3; Geschichte der Mathematik, 2; Einführung in die höhere Mathematik mit Anwendungen auf Fragen der Naturwissenschaften, 2. — **Seith**: Elemente der darstellenden Geometrie, 2, Übungen, 1 *g.* —

Universität Giessen.

Drude: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Wärme, $4^1/_2$; Physikalisches Praktikum, 6; Praktikum für Vorgeschrittene, tägl.; Elektronenlehre: Optische Dispersion, 1; Physikalisches Kolloquium, 14tägig, 2. — **Fromme**: Theorie der Elektrizität und des Magnetismus mit einer Einleitung in die Theorie des Potentials, 5; Niedere Geodäsie, 3, Übungen, 1 Nachmittag. — **Schmidt**: Elastizitätstheorie und Akustik, 2. —

Naumann: Organische Experimentalchemie, $5^1/_4$; Praktische Übungen und Untersuchungen im chemischen Laboratorium, tägl.; Untersuchung von Nahrungsmitteln und technischen Erzeugnissen (mit Eidmann), tägl.; Chemische Übungen für Mediziner, tägl. — **N. N.**: Analytische Chemie I: Qualitative Analyse, 2. — **Eidmann**: Pharmazeutisch-chemische Präparate I, 1 bis 2; Ausgewählte Kapitel aus der technischen Chemie (mit Exkursionen), 2. — **Elbs**: Chemisches Praktikum, tägl.; Elektrochemisches Praktikum, tägl.; Chemische Übungen für Mediziner (mit Brand), 5; Chemisches Kolloquium, $1^1/_2$; Synthetische Darstellungsmethoden der Kohlenstoffverbindungen, 2. — **Brand**: Stereochemie, 2; Gasanalyse, 1. —

Pasch: Algebra, 4; Determinanten, 2; Übungen des mathematischen Seminars, 14tägig, $1^1/_2$. — **Netto**: Analytische Geometrie der Ebene, 4; Zahlentheorie, 2; Übungen des mathematischen Seminars, 14tägig, $1^1/_2$. — **Wellstein**: Ausgewählte Kapitel der Elementargeometrie, 4; Einleitung in die Funktionentheorie, 2. —

Universität Göttingen.

Riecke: Experimentalphysik I, 3; Physikalische Übungen, 8; Ausgewählte Teile der Elektrizitätslehre, 1 *g.*; Wissenschaftliche Arbeiten Vorgeschrittener, 40 *g.* — **Voigt**: Optik, 4; Physikalisches Praktikum, 4; Theorie der elektrischen Schwingungen, 1 *g.*; Wissenschaftliche Beobachtungen, 45 *g.* — **Simon**: Elektrische Messmethoden, 2; Elektrotechnisches Praktikum, 3; Elektrischer Lichtbogen, 1 *g*; Selbständige Arbeiten, 48 *g.* — **Abraham**: Prinzipien der Mechanik, 2. — **Stark**: Die Radioaktivität, 1. — **Bose**: Kinetische Theorie der Gase und Flüssigkeiten, 2; Übungen in der Selbstanfertigung und Handhabung von Demonstrationsapparaten, 3. — **Wiechert**: Vermessungswesen I, 4; Kreislauf des Wassers auf der Erde, 1 *g.*; Geophysikalisches Praktikum, 1 *g.* — **Lorenz**: Festigkeitslehre und Hydromechanik, 2; Praktikum zur Festigkeitslehre, $2^1/_2$; Technisches Zeichnen, 1 *g.*; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, *g.* — **Nernst**: Elektrochemie, 3; Physikochemische Arbeiten und Übgn., tägl.; Physikochemisches Kolloquium, 1 *g.*; Wechselströme in der Brückenkombination, 1 *g.* — **Coehn**: Physikalische Methoden der Chemie, 1; Physiologische Anwendungen der physikalischen Chemie, 1. —

Wallach: Organische Chemie, 5; Chemisches Praktikum, 20 bis 40; Besprechung wissenschaftlicher Arbeiten, *g.* — **Tammann**: Über Atomgewichtsbestimmungen und das periodische System, 1 *g.*; Praktikum der anorganischen Chemie für Vorgeschrittene, 20; Über Metallographie, mit Übungen, 1. — **Tollens**: Agrikulturchemie (Pflanzenernährungslehre), 3; Praktikum im agrikulturchemischen Laboratorium (mit Boetticher), 30. — **Polstorff**: Pharmazeutische Chemie: Anorganischer Teil, 4; Gerichtlich-chemische Analyse, 2. — **Fischer**: Chemische Technologie II, 2; Chemisch-technologische Übungen, 2 *g.* — **Kötz**: Spezielle anorganische Chemie, 2; Chemische Tagesfragen, 1 *g.* — **v. Braun**: Entwicklung der organischen Chemie in den letzten Jahrzehnten, 1; Stereochemie, 1. — **Borsche**: Chemie der organischen Farbstoffe mit besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendung, 2; Färbereichemische Übungen, 3. — **Biltz**: Einführung in die Chemie, 2. —

Klein: Differentialgleichungen, 4; Mathematisch-physikalisches Seminar, 2 *g.* — **Hilbert**: Funktionentheorie, 4; Zahlbegriff und Quadratur des Kreises, 2; Mathematisch-physikalisches Seminar, 2 *g.*; Übungen für mittlere Semester (mit Minkowski, Zermelo und Blumenthal), 1. — **Schwarzschild**: Gleichgewicht gravitierender Massen, 3; Populäre Astronomie, 1 *g.*; Astronomisches Kolloquium, 1 *g.*; Mathematisch-physikalisches Seminar, 2 *g.* — **Minkowski**: Mechanik der Kontinua, 4; Linien und Kugelgeometrie, 2; Mathematisch-physikalisches Seminar, 2 *g.* — **Brendel**: Versicherungsrechnung, 2, Übungen, 2 *g.*; Versicherungsmathematik, 2; Vorträge der Mitglieder über Wahrscheinlichkeitsrechnung (Seminar für Versicherungswissenschaft), 2 *g.* — **Schilling**: Analytische Geometrie, 4; Projektive Geometrie des Raumes und malerische Perspektive, 1, Übungen, 2 *g.* — **Ambronn**: Sphärische Astronomie, 3; Übungen im wissenschaftlichen Rechnen, 3; Praktische Übungen an den Instrumenten der Sternwarte, tägl. *g*; Einführung in das wissenschaftliche Rechnen mit Demonstrationen der mechanischen Hilfsmittel, 1 *g.* — **Zermelo**: Einleitung in die Theorie der Raumkurven und Flächen, 3. — **Blumenthal**: Differential- und Integralrechnung I, 4, Übungen, 1; Mathematische Übungen für mittlere Semester, 1. —

Universität Graz.

Pfaundler: Experimentalphysik II: Elektrizität und Optik, 5; Physikalische Übungen, 12 *g.* — **Wassmuth**: Mechanik nichtstarrer Körper: Elastizitätstheorie, Hydrodynamik und Akustik, 5; Übungen im mathematisch-physikalischen Seminar, 3 *g.* —

Skraup: Organische Experimentalchemie (für Mediziner, Philosophen und Pharmazeuten), 5; Chemische Übungen für Anfänger, tägl. ausser Sonnabend; Chemisches Praktikum für Mediziner, 4; Chemische Übungen für Vorgeschrittene, tägl. — **Schrötter**: Chemie der carbozyklischen Verbindungen (Benzolderivate), 3. — **v. Hemmelmayr**: Chemie der Metalle (Fortsetzung), 1; Organisch-chemische Analysenmethoden, 1. — **Streintz**: Elektrochemie, 3. —

Frischauf: Höhere Analysis und deren Anwendung auf Geometrie, 5. — **Dantscher v. Kollesberg**: Analytische und projektivische Geometrie des Raumes (Fortsetzung), 5; Mathematisches Seminar, 2 *g.* — **Streissler**: Darstellende Geometrie II, 3. — **Hillebrand**: Sphärische Astronomie II, 2; Praktische Astronomie, 3. —

Technische Hochschule Graz.

v. Ettingshausen: Physik, 5; Elektrotechnik, 3; Ausgewählte Kapitel der Elektrotechnik, 1; Elektrotechnische Übungen, 8. — **Streintz**: Wärmelehre II, 2; Der Bleiakkumulator und das Akkumulatorproblem, $1^1/_2$. — **Bartl**: Theoretische Maschinenlehre I, 2, II, $1^1/_2$; Allgemeine Maschinenkunde II, $1^1/_2$; Maschinenbau II, 3. — **Bendl**: Maschinenbau I, 4, Übungen, 8, IIa, 3, Übungen, $9^1/_2$, IIb, Übungen, 15. —

Emich: Organische Chemie I, 5; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten im chemischen Laboratorium, für Vorgeschrittene. — **Andreasch**: Qualitative chemische Analyse, 1; Laboratoriums-Unterricht und Übungen in der qualitativen chemischen Analyse, 18; Agrikulturchemie, 2; Chemische Technologie der organischen Stoffe: Technologie der Fette, 2; Laboratoriums-Unterricht und Übungen in der Darstellung organisch-chemischer Präparate, 20; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten aus dem Gebiete der organischen Chemie und der chemischen Technologie organischer Stoffe, für Vorgeschrittene. — **Benj. Reinitzer**: Quantitative chemische Analyse, 1; Laboratoriums-Unterricht und Übungen in der chemischen Massanalyse, 20; Chemische Technologie der anorganischen Stoffe: Glas- und Thonwaren-Erzeugung, 4; Elektrochemie, 2; Laboratoriums-Unterricht und Übungen in der Darstellung anorganisch-chemischer Präparate, 20; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten aus dem Gebiete der anorganischen Chemie und der chemischen Technologie anorganischer Stoffe. — **Friedr. Reinitzer**: Warenkunde, 4. — **v. Hemmelmayr**: Über organisch-chemische Analysenmethoden, 1. — **v. Kraft**: Mechanische Technologie I, 2, II, 2, III, 2; Mechanische Schutzmittel gegen Unfälle, 2. —

Hočevar: Mathematik I, 6, Übungen, 2. — **Stelzel**: Elemente der höheren Mathematik II, 4. — **Peithner v. Lichtenfels**: Mathemathik II, 4, Übungen, 2. — **Schüssler**: Darstellende Geometrie, 4, Übungen, 6; Seminarübungen (für Lehramtskandidaten), 2. — **Wittenbauer**: Allgemeine Mechanik (einschliesslich der Elemente der graphischen Statik) II, 4, Übungen, 1; Technische Mechanik II: Hydrostatik, 3. — **Klingatsch**: Niedere Geodäsie II, 4; Sphärische Astronomie, 2; Praktische Messübungen (Feldübungen). —

Universität Greifswald.

König: Experimentalphysik: Mechanik, Akustik, Optik, 4; Physikalische Übungen für Studierende der Naturwissenschaften, 6; Leitung selbständiger physikalischer Untersuchungen, tägl.; Elementar-mathematische Ergänzungen zur Experimentalphysik, 1 *g.*; Besprechung über neuere physikalische Arbeiten (mit Mie), 2 *g.* — **Holtz**: Galvanische Elektrizität und Induktionselektrizität, experimentell, 2; Physik der Erde (Physische Geographie), gemeinfasslich, mit Experimenten, 1 *g.*; Meteorologie mit Einschluss der optischen Erscheinungen, gemeinfasslich mit Experimenten, 1 *g.* — **Mie**: Elastizitätslehre und Hydrodynamik, 4, Übungen, 1 *g.*; Kleines Praktikum für Mediziner und Pharmazeuten, 2. — **Schreber**: Technische Mechanik, 1; Übungen im Demonstrieren physikalischer Apparate, 1. — **Berg**: Lektüre und Besprechung der Maxwellschen Abhandlung: „Über physikalische Kraftlinien", 1 *g.*; Über Vorausbestimmung des Wetters, 1 *g.* —

Auwers: Anorganische Experimentalchemie, 6; Chemisches Praktikum, ganz- und halbtägig, tägl., für Pharmazeuten und Nahrungsmittelchemiker (mit Scholtz), ganz und halbtägig, tägl., für Mediziner, $3^1/_2$; Demonstrationen und Erläuterungen zum chemischen Praktikum für Mediziner, $^3/_4$ *g.* — **Scholtz**: Pharmazie: Organischer Teil, 3; Chemie der Nahrungs- und Genussmittel, 2; Pharmazeutisches Kolloquium, 2 *g.* — **Semmler**: Über Alkaloide, 1; Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie, 1 *g.* — **Posner**; Chemische Technologie I: Anorganische Stoffe, in Verbindung mit Exkursionen, 2; Analytische Methoden der organischen Chemie, 1. —

Thomé: Algebra, 4; Synthetische Geometrie, 2 *g.*; Mathematisches Seminar, 2 *g.* — **Engel**: Differentialgeometrie,

4; Mathematisches Seminar, 2 *g*; Integralrechnung, 2 *g*; Transformationsgruppen und Differentialgleichungen, 2 *g*. — **Kowalewski**: Mechanik I, 4, Übungen, 1 *g*.; Über Anwendungen der elliptischen Funktionen, 1 *g*. — **Ebert**: Wahrscheinlichkeitsrechnung (Hasardspiele) und Methoden der kleinsten Quadrate, 1; Grundgleichungen der Störungstheorie und Entwickelung der Störungsfunktion, 1; Geodätische Übungen; Übungen in geographischen Ortsbestimmungen, *g*. —

Universität Halle.

Dorn: Experimentalphysik II: Elektrizität, Magnetismus, Licht, 4; Physikalisches Laboratorium: a) Übungspraktikum, 6, b) Arbeiten von Geübten, tägl.; Über elektrische und magnetische Messungen, 2 *g*. — **Schmidt**: Einleitung in die theoretische Physik, 3; Theoretische Behandlung naturwissenschaftlicher Fragen (für Studierende der Naturwissenschaften), 2 *g*. —

Volhard: Experimentalchemie II: Organische Chemie, 5; Praktische Übungen im chemischen Laboratorium (mit Doebner und Vorländer), tägl. ausser Sonnabend; Anleitung zum Experimentalvortrag in Chemie, 1 *g*. — **Doebner**: Unorganische Chemie, 4; Über neuere Arzneimittel, 1 *g*. — **Vorländer**: Analytische Chemie, 2; Neuere Entwicklung der anorganischen Chemie, 1 *g*. — **Baumert**: Einleitung in das Studium der Chemie, 2; Praktische Übungen in der Untersuchung und Beurteilung von Nahrungs- und Genussmitteln, ganz- oder halbtägig, tägl. ausser Sonnabend. — **Roloff**: Liest nicht. — **Erdmann**: Technische Chemie I, unter besonderer Berücksichtigung der chemischen Industrie der Provinz Sachsen und des Herzogtums Anhalt, 2; Elektrochemisches Praktikum, 3; Praktische Übungen im Laboratorium für angewandte Chemie, tägl. ausser Sonnabend. —

Cantor: Zahlentheorie, 5; Übungen des mathematischen Seminars, 14tägig, 2 *g*. — **Wangerin**: Differentialrechnung mit Übungen, 5; Allgemeine Theorie der Raumkurven und krummen Flächen (Differentialgeometrie), 5; Ausgewählte Kapitel der Potentialtheorie, 1 *g*.; Übungen des mathematischen Seminars, 14tägig, 2 *g*. — **Eberhard**: Analytische Geometrie der Ebene und Elemente derjenigen des Raumes, 4, Übungen, 1 *g*. — **Grassmann**: Analytische Mechanik III, 3, Übungen, 14 tägig, 1 *g*; Elemente der Festigkeitslehre, 3. — **Buchholz**: Über die mechanische Differentiation und Integration und die auf dieser beruhenden Theorie der speziellen Störungen der Himmelskörper, 2; Praktische Übungen in geographischer Ortsbestimmung mit 3 Theodoliten und 2 Sextanten, 6. — **Bernstein**: Funktionentheorie, 4, Übungen, 1 *g*. —

Technische Hochschule Hannover.

Dieterici: Experimentalphysik: Elektrizität und Magnetismus, 4; Mechanische Wärmetheorie, 2; Arbeiten im Laboratorium der Physik (mit Precht), 4. — **Precht**: Photographie, mit Übungen, 2. — **Kohlrausch**: Grundzüge der Elektrotechnik, 3; Theoretische Elektrotechnik, 4; Entwerfen von Dynamomaschinen und Transformatoren (mit Winkelmann und Meyer), Übungen, 2; Elektrotechnisches Laboratorium I (mit Beckmann, Winkelmann, Schüppel und Meyer), Übungen, 8, II, Übungen, für Maschineningenieure, Übungen, 8. — **Heim**: Elektrische Anlagen II: Centralanlagen, 3, Übungen, 2; Elektrische Bahnen: Elektrotechnischer Teil, 2; Elektrische Kraftübertragung, 2; Grundzüge der technischen Elektrolyse, 2; Elektrolytische Übungen, 4. — **Beckmann**: Praktische Elektrotechnik für Anfänger I, 1; Elektrotechnische Messkunde I, 2. — **Thiermann**: Günstigste Anordnung elektrotechnischer Messungen und die Einflüsse der Fehler auf das Resultat, Übungen, 1 *g*. — **Franke**: Elektrotechnisches Kolloquium, Übungen, 1. — **Fischer**: Allgemeine mechanische Technologie (mit v. Roessler), 4; Spezielle Technologie I, einschliessl. Werkzeugmaschinenkunde (mit v. Roessler), 3, Übungen, 4. — **Riehn**: Bau und Theorie der Kraftmaschinen (mit Diedrich, Quelle, Mees und Kirchhoff), 6, Übungen, 8; Übungen im Entwerfen von Kraft- und Hebemaschinen (mit Diedrich, Quelle und Mees), 4; Schiffbau, 3, Übungen, 4. — **Frank**: Maschinenorgane (mit Ryssel, Wegener und Pilgram), 4, Übungen, 7; Eisenbahnmaschinenbau (mit Ryssel u. Pilgram), 3, Übgn., 3. — **Frese**: Ingenieurlaboratorium (mit Mestwerdt, Ziegler, Schürmann und Schaefer), 1, Übungen, 8, II, Übgn., 8; Theoretische Maschinenlehre (mit Ziegler), 4. — **Troske**: Grundzüge des Maschinenbaues (mit Burkowitz u. Schmidt), 3, Übungen, 4; Grundzüge des Eisenbahnmaschinenbaues (mit Burkowitz), 2; Übungen im Entwerfen von Fabrikanlagen und Eisenbahnwerkstätten (mit Burkowitz), 3. — **Klein**: Allgemeine Maschinenlehre II (mit Schmidt), 4; Hebezeuge und Pumpen (mit Burkowitz und Schmidt), Übungen, 4; Wasserhaltungs-, Förder- u. Gebläsemaschinen, 3. — **Prandtl**: Mechanik I, 4, Übungen, 1; Ausgewählte Kapitel der technischen Mechanik, 3 *g*. — **v. Roessler**: Maschinenzeichnen (mit Burkowitz, Wegener und Ziegler), 4; Technologie der Kunstgewerbe, 2; Spezielle Technologie II, 2; Fabrikationszweige der Textilindustrie, 3; Technologisches Praktikum: Textilindustrie, 3. —

Seubert: Grundzüge der Chemie, 6; Arbeiten im Laboratorium der anorganischen Chemie (mit Eschweiler, Jänecke und Becker), tägl. ausser Sonnabend. — **Eschweiler**: Massanalyse, 2. — **Behrend**: Physikalische Chemie, 4; Arbeiten im Laboratorium der organischen Chemie (mit Keiser), tägl. ausser Sonnabend. — **Keiser**: Chemische Tagesfragen, 1; Die Chemie der aromatischen Verbindungen, 1. — **Ost**: Chemische Technologie II, 3; Untersuchungsmethoden, 1; Mineralöle und Fette, 2; Übungen in der Elektroanalyse (mit Buchholtz), 6; Arbeiten im Laboratorium der technischen Chemie (mit Buchholtz), tägl. ausser Sonnabend. — **Wehmer**: Die Organismen des Gärungsgewerbes, 1; Mikroskopierübungen, 2; Übungen im mikroskopischen oder bakteriologischen Arbeiten, 3 oder 6. — **Laves**: Grundzüge der physiologischen Chemie, mit Demonstrationen, 2 *g*. —

Kiepert: Differential- und Integralrechnung II, 6, Übgn., 2, Repetition, 1; Analytische Geometrie der Ebene und des Raumes, 5, Übungen, 1. — **Runge**: Differential- und Integralrechnung I, 3, Übungen, 1, III, 5, Übungen, 1; Anwendungen der höheren Mathematik, 4. — **Rodenberg**: Darstellende Geometrie (mit Peters, Fresenius und Fatken), 3, Übgn., 6; Darstellende Geometrie I (mit Peters, Fresenius und Fatken), 3, Übungen, 6. — **Reinhertz**: Grundzüge der praktischen Geometrie (mit Petzold), Übungen, 3; Planzeichnen (mit Petzold), 4; Geodäsie I: Praktische Geometrie, (mit Petzold), 2, Übungen, 6; Grundzüge der astronomischen Ortsbestimmung (mit Petzold), mit Übungen, 2. —

Universität Heidelberg.

Quincke: Experimentalphysik: Optik, Magnetismus, Elektrizität, 5; Physikalisches Praktikum, 4; Praktische Übungen und Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen im physikalischen Laboratorium, tägl. ausser Sonnabend; Übungen des physikalischen Seminars, 1 *g*. — **Pockels**: Einleitung in die theoretische Physik, 3, Übungen, 1 *g*.; Physikalische Optik, 3. — **Weber**: Grundlagen der Maxwell-Hertzschen Theorie des Elektromagnetismus, 1; Die Bedeutung der neueren elektrischen Forschungen für Wissenschaft und Technik, 1; Wissenschaftlich-photographische Übungen, 2. — **Kalähne**: Einführung in das physikalische Praktikum mit besonderer Berücksichtigung der elektrischen Messmethoden, 2. —

Curtius: Allgemeine Chemie II: Organische Experimentalchemie, 5; Praktische Übungen und Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen im akademischen Laboratorium, tägl.; Chemisches Anfänger-Praktikum für Mediziner, 3; Chemisches Praktikum für Mediziner, halbtägig, tägl. ausser Sonnabend; Einführung der Mediziner in das praktische Studium der Chemie, 1; Chemischer Referateabend (mit Jannasch, Knoevenagel, Bredig, Stollé, Klages, Mohr, Darapsky), 14 tägig, 2 *g*. — **Brühl**: Anorganische Chemie, mit Experimenten, 3; Praktische Übungen im chemischen Laboratorium, tägl. ausser Sonnabend; Medizinisch-chemische Übungen, tägl. ausser Sonnabend. — **Horstmann**: Liest nicht. — **Jannasch**: Titrier-Analyse, 2; Ausmittelung der Gifte, 1; Gasanalytisches Praktikum, 3; Chemisches Praktikum zur Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel, 8. — **Knoevenagel**: Chemische Technologie (organische Prozesse), mit Ausflügen, 2. — **Bredig**: Angewandte Elektrochemie, 2; Kontaktchemie, die Lehre von den Kontakt- und Enzymwirkungen, 2; Theoretische Übungen in physikalischer Chemie, 14 tägig, 1 *g*. — **Bornträger**: Liest nicht. — **Krafft**: Anorganische Chemie, 4; Praktisch-chemische

Arbeiten und Übungen, tägl. ausser Sonnabend; Chemisches Praktikum für Anfänger. — **Dittrich**: Quantitative Analyse durch Elektroanalyse mit Übungen, 1; Chemisches Praktikum und Anleitung zu wissenschaftlichen anorganisch-analytischen Untersuchungen, tägl. ausser Sonnabend; Chemisches Praktikum, für Anfänger und Mediziner, tägl. ausser Sonnabend; Ferienkurse: Chemisches Praktikum (auch für Mediziner), ganztägig, vierwöchentlich, in den Oster- und Herbstferien. — **Stollé**: Qualitative Analyse, 2; Analytische Methoden der organischen Chemie, 1; Pharmazeutische Chemie I: Anorganischer Teil, 2. — **Klages**: Chemie der Kohlehydrate, 1. — **Mohr**: Pyridinderivate und Alkaloide, 1. — **Darapsky**: Geschichte der Chemie bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts, 1. —

Koenigsberger: Differential- und Integralrechnung, 4; Theorie der Linien und Flächen, 4; Mathematisches Unter- und Ober-Seminar, 2. — **Valentiner**: Sphärische Astronomie, 3; Ausgewählte Kapitel aus der Stellarastronomie, 1. — **Wolf**: Theorie und Geschichte der Spektralanalyse, 2 *g*. — **Cantor**: Analytische Geometrie der Ebene, 4; Arithmetik und Algebra (für Kameralisten), 3. — **Eisenlohr**: Wahrscheinlichkeitsrechnung, 3; Mechanik, 4. — **Koehler**: Synthetische Geometrie der Ebene, 3. — **Landsberg**: Funktionentheorie, 4; Theorie der Determinanten, 2. — **Boehm**: Elementarmathematik I: Arithmetik, Algebra, Analysis, 3. —

Universität Innsbruck.

Exner: Mathematische Physik: Akustik und Optik, 5; Seminar für mathematische Physik, 1 *g*. — **Czermak**: Experimentalphysik: Galvanismus, Akustik, Optik, 5; Praktische Übungen für Mediziner, 2 *g*., für Vorgerücktere, tägl. *g*. — **Radaković**: Galvanometrie (Fortsetzung), 2; Praktische Übungen im Laboratorium für Anfänger, 6. — **Tollinger**: Die Physik des Bodens, 2. — **Hammerl**: Elektrotechnik I: Über Gleichstrommaschinen und Motoren, 2. — **Trabert**: Luftelektrizität, 1; Schwingungen der Atmosphäre (mit höherer Rechnung), 2; Konversatorium über einige Probleme der theoretischen Meteorologie, 2. —

Brunner: Allgemeine Chemie II: Organische Chemie, 5; Praktische Übungen in analytischer und pharmazeutischer Chemie im Laboratorium, tägl.; Chemische Übungen für Mediziner I, 6; Praktische Übungen in analytischer Chemie für Hörer der Philosophie, tägl. — **Hopfgartner**: Ausgewählte Kapitel aus der theoretischen Chemie, 1. — **Zehenter**: Chemische Technologie der organischen Stoffe II, 2. —

Otto Stolz: Reelle Differential- und Integralrechnung (Fortsetzung), mit Übungen, 4; Theorie der Funktionen von komplexen Veränderlichen nach Cauchy und Weierstrass, mit Übungen, 3. — **Zindler**: Elemente der Zahlentheorie, 3; Anwendung der Differentialrechnung auf Geometrie, mit Übungen, 4. — **v. Oppolzer**: Methode der kleinsten Quadrate, 2; Übungen am Refraktor, 8. —

Universität Jena.

Winkelmann: Experimentalphysik I: Allgemeine Physik, Optik, 5; Physikalisches Praktikum, a) für Physiker, 6, b) für Chemiker, 4, c) für Mediziner, 4; Physikalische Spezialuntersuchungen, tägl. — **Abbe**: Liest nicht. — **Auerbach**: Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, 4; Das absolute Masssystem, $1^1/_2$. — **Straubel**: Physikalische Optik, 2. — **Ambronn**: Anleitung zur Benutzung des Polarisationsmikroskops bei histologischen Untersuchungen, 1; Übungen in der Handhabung des Mikroskops und seiner Nebenapparate, 2 *g*.; Einleitung in die Theorie der Apparate für Mikrophotographie und Projektion, 2 *g*. —

Knorr: Allgemeine Experimentalchemie I: Anorganische Chemie, 5; Chemisches Praktikum (mit Wolff), a) Vollpraktikum, 6, b) Halbpraktikum, 3, c) Halbpraktikum für Mediziner, 3; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten (mit Duden und Rabe), *g*. — **Wolff**: Massanalyse, 2; Elektrolyse und elektrolytisches Praktikum, 2. — **Duden**: Chemie der hydroaromatischen Verbindungen. — **Immendorff**: Grundzüge der anorganischen und organischen Chemie (Experimentalchemie) für Landwirte, 5; Über Moor und Moorkultur, 1; Grosses und kleines chemisches Praktikum für Landwirte; Agrikulturchemisches Seminar für Fortgeschrittene, 2. — **Vongerichten**: Chemische Technologie: Die organische Grossindustrie, 2; Chemisch-technisches Praktikum, tägl. — **Matthes**: Pharmazeutische Chemie II: Organische Chemie, 2; Chemie der Nahrungs- und Genussmittel, 1; Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel, a) Vollpraktikum, b) Halbpraktikum; Darstellung und Prüfung der Arzneimittel, Ausmittlung der Gifte für Pharmazeuten, Halbpraktikum. — **Gänge**: Arzneimittellehre für Studierende der Zahnheilkunde, 2; Gerichtliche Chemie, 1; Praktische Übungen durch Spektralanalyse, Mikroskopie und Polarisation des Lichts zum Zwecke chemischer Untersuchungen, 2 *g*.; — **Rabe**: Gasanalyse. —

Thomae: Elliptische Funktionen, 4; Projektive Geometrie, 2. — **Gutzmer**: Potentialtheorie, 4; Differentialrechnung mit Übungen, 5; Mathematisches Kolloquium, 2. — **Frege**: Analytische Geometrie, 4, Übungen, 2 *g*. — **Knopf**: Zeit- und Ortsbestimmung mit praktischen Übungen auf der Sternwarte, 4; Sphärische Astronomie, 3. — **Rau**: Darstellende Geometrie, 4, Übungen, halbtägig; Ausgewählte Kapitel der technischen Mechanik, 2 *g*. —

Technische Hochschule Karlsruhe.

Lehmann: Experimentalphysik, 4; Physikalisches Seminar (mit Sieveking), 1; Physikalisches Repetitorium (mit Sieveking), 1; Physikalisches Laboratorium (mit Sieveking), 6; Elektrizität und Licht, 1. — **Schultheiss**: Synopthische Meteorologie, 1. — **Arnold**: Gleichstromtechnik, 2; Wechselstromtechnik, 2; Übungen im Konstruieren elektrischer Maschinen und Apparate, 4; Elektrotechnisches Laboratorium I (mit Schleiermacher), 12, II, 8. — **Meidinger**: Ältere Anwendungen der Elektrotechnik (Blitzableiter, Galvanoplastik, Telegraphie, Telephonie), 2; Ventilationsanlagen im einzelnen mit Exkursionen, 1. — **Schleiermacher**: Grundlagen der Elektrotechnik und Messkunde, 2; Theoretische Elektrizitätslehre, 4. — **Teichmüller**: Grundzüge der Elektrotechnik, 2; Elektrotechnisches Seminar, 1; Theorie der Wechselströme, 2, Übungen, 2; Elektrische Beleuchtung, 2. — **Seltsam**: Telegraphie und Fernsprechwesen, 2. — **Schmidt**: Photographisches Praktikum (mit Vorträgen über die Theorie der Photographie, Darstellung lichtempfindlicher Präparate), 4; Exkursionen, 1 Nachmittag. — **Benoit**: Pumpen und Gebläse, 3; Hebemaschinen, 4; Maschinenzeichnen, Übungen, 4; Entwerfen von Hebemaschinen, 6; Entwerfen von Hebemaschinen, Pumpen und Gebläsen, 6. — **Brauer**: Festigkeitslehre, 2, Übungen, 3; Hydraulik, 2; Kinematik, 2; Untersuchungen an Dampfmaschinen, Dampfkesseln, Gaskraftmaschinen, Wasserkraftmaschinen und Arbeitsmaschinen, Materialprüfungen auf Elastizität und Festigkeit, Hydraulische Versuche, 3. — **Grassmann**: Dampfmaschinen und Kessel II, 4; Entwerfen von Dampfmaschinen und Kesseln, 6; Entwerfen von Dampfmaschinen: für Studierende der Elektrotechnik, 6; Maschinenanlagen, 2, Übungen, 6. — **Keller**: Maschinenelemente, 3; Maschinenkonstruktion: Triebwerke etc., für Studierende des Maschinenwesens, 8, der Elektrotechnik, 4, des Ingenieurwesens I (Triebwerke, Hebezeuge etc.), 4; Lokomotivbau, 3; Hebemaschinen für Ingenieure, 1. — **Lindner**: Maschinenkunde, 3; Maschinenfabrikation, 2; Mechanische Technologie: Berg- und Hüttentechnik, 2; Technisches Zeichnen für Chemiker, 2; Technologische Exkursionen. —

Bunte: Chemische Technologie I: Baumaterialien, Glas, Keramik etc., 2, II: Chemische Grossindustrie, 2; Übungen in der technischen Analyse (mit Eitner), für Chemiker, 4, für Maschineningenieure, 3; Arbeiten im chemisch-technischen Laboratorium, 5 Tage. — **Engler**: Organische Experimentalchemie, 4; Chemisches Kolloquium, 1; Stereochemie, 1; Chemisches Laboratorium, 5 Tage. — **Le Blanc**: Physikalische Chemie II: Verwandtschaftslehre, 2; Wissenschaftliche Grundlagen der analytischen Chemie, 1; Physikalisch-chemisches und elektrochemisches Kolloquium für Vorgeschrittene, 2; Physikalisch-chemisches und elektrochemisches Laboratorium, 5 Tage; Physikalisch-chemischer und elektrochemischer Einführungskurs, 8 Wochen; Übungen im elektrochemischen Laboratorium für Elektrotechniker, 3. — **Dieckhoff**: Pharmazeutische Chemie, 2; Analytische Chemie I, 2. — **Eitner**: Methoden der technischen Analyse, 2; Ausgewählte Kapitel der technischen Analyse für Maschinenbauer und Elektrotechniker, 1. — **Haber**: Spezielle technische Elektrochemie mit Demonstrationen, 3; Chemische Technologie der Faserstoffe II: Bleicherei, Färberei, Druckerei, 2, Übungen, 2. — **Kast**: Moderne Spreng- und Treibmittel, 2. — **Scholl**: Chemie der

Benzolderivate I und II, 2. — **Wöhler**: Physikalisch-analytische Methoden, 2, Übungen, 2. —

Haussner: Elementare und analytische Geometrie der Ebene und des Raumes, 3, Übungen, 1; Synthetische Geometrie, 2, Übungen, 1. — **Heun**: Theoretische Mechanik I und II, 4, Übungen, 2; Behandlung von Problemen der theoretischen Mechanik, 2; Mechanisches Seminar für Fortgeschrittenere, 4. — **Krazer**: Höhere Mathematik II, 2; Grundlehren der höheren Mathematik, 4, Übungen, 1. — **Schur**: Darstellende Geometrie I und II, 4, Übungen, 4; Übungen in Perspektive, 3. — **Wedekind**: Höhere Mathematik I, 6, Übungen, 2. — **N. N.**: Projektionslehre, 2, Übungen, 2. — **Haid**: Geodätisches Praktikum II, für Ingenieure, Forstleute und Geometer, 6, III, für Ingenieure, 3; Elemente der praktischen Geometrie und Vermessungsübungen für Maschineningenieure und Architekten, 2, Übungen, 3; Grössere Vermessungsübungen am Schlusse des Sommersemesters, 2 Wochen. — **Kriemler**: Konstruktionsübungen in den Elementen des Ingenieurwesens, 1, Übungen, 3. —

Universität Kiel.

Lenard: Experimentalphysik: Optik, Elektrizität, Magnetismus, 4; Praktische Übungen für Anfänger, 7; Wissenschaftliche Arbeiten Fortgeschrittener, tägl. ausser Sonnabend; Besprechungen physikalischer Fragen, 1 *g*. — **Weber**: Theorie der Wärme, 4; Physikalische Technologie unter besonderer Berücksichtigung des Eisenbahnwesens (für Juristen), mit Exkursionen, 2; Ausgewählte physikalische Messungen und Untersuchungen, tägl. ausser Sonnabend; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*. —

Claisen: Anorganische Experimentalchemie, 5; Chemisches Praktikum in der anorganischen Abteilung (mit Biltz), a) halbtägig, b) ganztägig, tägl. ausser Sonnabend; Chemisches Praktikum in der organischen Abteilung, ganztägig, tägl.; Chemisches Praktikum für Mediziner (mit Rügheimer), 4. — **Rügheimer**: Über die Alkaloide und deren Ermittelung bei Vergiftungsfällen, 1; Über pharmazeutisch wichtige Alkaloide, 14 tägig, 1 *g*.; Einführung der Mediziner in das praktische Studium der Chemie, 3/4 *g*. — **Biltz**: Analytische Chemie, 2; Ausgewählte Kapitel der chemischen Technologie I: Unorganische Betriebe, 2; Exkursionen im Zusammenhange mit dem Kolleg über chemische Technologie, *g*. — **Berend**: Ausgewählte Kapitel aus dem Gebiete der organischen Farbstoffe, 1; Strukturchemische Übungen, 1 *g*. — **Stoehr**: Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie, 1. — **Feist**: Chemie der Benzolderivate, 2. — **Preuner**: Bestimmung des Molekulargewichts gasförmiger und gelöster Stoffe, mit Demonstrationen, 2. — **Emmerling**: Agrikulturchemie, 1 *g*. —

Pochhammer: Einleitung in die Theorie der Determinanten, 4; Theorie der algebraischen Kurven und Flächen, 4; Übungen im mathematischen Seminar, 1 *g*. — **Stäckel**: Differentialrechnung und Einleitung in die höhere Analysis, 4; Höhere Algebra, 4; Lehre vom Extremum (mit Einschluss der Varitionsrechnung), 2; Übungen im mathematischen Seminar, 1 *g*. — **Weinnoldt**: Synthetische Geometrie der Ebene und des Raumes, 4. — **Harzer**: Theorie der Bahnbestimmungen, 3; Übungen im numerischen Rechnen, 1 *g*. — **Kreutz**: Theorie der speziellen Störungen, 2; Über numerisches Rechnen, 1 *g*. — **Kobold**: Höhere Geodäsie, 2, Übungen, *g*. — **Grossmann**: Sphärische Astronomie, 3. —

Universität Königsberg.

Pape: Experimentalphysik I: Allgemeine Physik und Wärmelehre, 5; Physikalisches Praktikum; Elektrolyse, 1 *g*. — **Volkmann**: Elektrodynamik, 4; Physikalisch-praktische Übungen und Arbeiten, für Anfänger und Vorgerückte, 6; Ergänzungen und Erläuterungen zur Elektrodynamik, insbesondere betreffend die in Betracht kommenden Grundbegriffe der Mechanik, 1 *g*.; Physikalisch-theoretische Übungen im mathematisch-physikalischen Seminar, 1 *g*. —

Lossen: Liest nicht. — **Klinger**: Anorganische Chemie, 4; Organische Chemie, 4; Übungen im Laboratorium, tägl. ausser Sonnabend; Ausgewählte Kapitel aus der theoretischen Chemie, 1 *g*. — **Stutzer**: Agrikulturchemie I: Ernährung der Pflanzen, 4; Kleines Praktikum im Laboratorium, 10; Grosses Praktikum im Laboratorium, tägl.; Exkursionen, Sonnabends *g*. — **Blochmann**: Einleitung in die Teerfarbenindustrie, 2; Gasanalyse, mit Übungen; Maschinelle Hilfsmittel der chemischen Technik, 1 *g*. — **Partheil**: Pharmazeutische Chemie, organischer Teil, 4; Toxikologische Chemie, 1; Praktische Übungen im Laboratorium, tägl. ausser Sonnabend; Methoden der Arzneimittelprüfung II: Reinheits- und Gehaltsprüfungen, 1 *g*. — **Lassar-Cohn**: Aromatische Chemie, 2. — **Löwenherz**: Einleitung in die anorganische Chemie, für Chemiker und Mediziner, mit Demonstrationen, 2; Elektrochemische und physikalisch-chemische Übungen und Arbeiten, *g*.; Die Anwendungen der Elektrizität in der Landwirtschaft, mit Demonstrationen, 1 *g*. —

Struve: Bahnbestimmung der Planeten und Kometen, 3; Übungen an den Instrumenten der Sternwarte, 2 *g*. — **Meyer**: Zahlentheorie mit besonderer Berücksichtigung der algebraischen Zahlen, 4; Übungen im mathematischen Seminar, 1 *g*. — **Schoenflies**: Analytische Geometrie, 5; Übungen im mathematischen Seminar für Anfänger, 1 *g*. — **Saalschütz**: Differentialrechnung, 4, Übungen, *g*.; Über pseudo-elliptische Integrale 3. Gattung, 1 bis 2. — **Cohn**: Dynamik (nach Hamilton und Jacobi), 3. — **Vahlen**: Algebra, 5, Übungen, 1 *g*. —

Universität Leipzig.

Wiener: Experimentalphysik I: Mechanik, Wärme, Schall, 5; Selbständige physikalische Arbeiten für Vorgeschrittene, tägl.; Physikalisches Praktikum, 9; Physikalisches Kolloquium (mit Des Coudres), 2 *g*. — **Des Coudres**: Elektrizität und Magnetismus (Maxwellsche Theorie einschliesslich Vektoranalysis), 4; Ausgewählte Kapitel aus der Elektrizitätslehre, 1 *g*. — **v. Oettingen**: Harmonielehre auf akustischer Grundlage, 2 *g*. — **Marx**: Elektrotechnik I: Gleichstrom und magnetischer Kreis, mit Experimenten, 1; Ionisation der Gase durch Licht, Röntgen- und Radium-Strahlung, 1. — **Dahms**: Interferenz und Beugung des Lichtes mit Experimenten, 1. —

Ostwald: Chemische Verwandtschaftslehre in geschichtlicher Darstellung, 2; Chemisches Praktikum, ganz- und halbtägig, tägl.; Physikalisch-chemisches Praktikum, ganz- und halbtägig (mit Luther), tägl.; Besprechung wissenschaftlicher Arbeiten, 1 *g*. — **Beckmann**: Organische Chemie mit besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendung, 5; Besprechung pharmazeutisch-chemischer Präparate: Anorganischer Teil, 2 *g*.; Chemisches Praktikum, ganz- und halbtägig, tägl.; Arbeiten auf dem Gebiete der Nahrungsmittel-Chemie, tägl.; Pharmazeutisch-toxikologisches Praktikum, halbtägig, tägl.; Chemisches Praktikum für Mediziner, 6. — **Hantzsch**: Anorganische Chemie, 6, Ergänzungen, 1 *g*; Chemisches Praktikum für Analytiker, a) ganztägig, tägl., b) halbtägig, tägl. ausser Sonnabend; Chemisches Vollpraktikum f. Vorgerücktere (m. Stobbe, Rassow und Ley), tägl.; Chemisches Praktikum für Mediziner, 6. — **Stobbe**: Organische Experimentalchemie II: Die aromatischen Verbindungen, 3. — **Wagner**: Übersicht über die anorganischen Verbindungen (insbesondere für zukünftige Lehrer), 1; Analyse, 1 *g*.; Chemisches Praktikum für Lehrer, tägl. — **Rassow**: Chemische Technologie, Brenn- und Leuchtstoffe, sowie ausgewählte Kapitel der anorganischen Grossindustrie (mit Exkursionen), 1 1/2; Technische Gasanalyse, mit praktischen Übungen, 2; Chemisch-technologisches Praktikum für Fortgeschrittenere, tägl. — **Luther**: Elektrochemie, 2. — **Bodenstein**: Chemische Kinetik (Reaktionsgeschwindigkeit und Katalyse), 2. — **Böttger**: Grundlagen der analytischen Chemie, 2. — **Schall**: Elektrochemie organischer Verbindungen, 2. —

Scheibner: Liest nicht. — **Neumann**: Analytische Mechanik II, 4; Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **Mayer**: Partielle Differentialgleichungen I. Ordnung, 2. — **Hölder**: Theorie der gewöhnlichen Differentialgleichungen, 4, Übgn., 1 *g*; Über die Grundlagen der Arithmetik und der Grössenlehre, 2. — **Hausdorff**: Einführung in die analytische Geometrie, 4, Übgn., 1 *g*; Nichteuklidische Geometrie, 2. — **Liebmann**: Differentialgeometrie, 4, Übungen, 1 *g*. — **Bruns**: Theorie der astronomischen Instrumente, 4; Seminar für wissenschaftliches Rechnen, 2 *g*; Praktische Übungen in der Sternwarte (mit Peter), *g*. — **Peter**: Astronomische und technische Chronologie, 2. —

Universität Marburg.

Richarz: Experimentalphysik: Mechanik, Akustik, Optik, 5; Physikalisches Kolloquium (mit Feussner), 2 *g*.; Physi-

kalisches Praktikum (mit Feussner), 6; Leitung eigener Untersuchungen, tägl. — **Feussner**: Theoretische Physik I: Analytische Mechanik, 4. — **Schaum**: Physikalische Chemie II, 3; Über physikochemische Messungen, 1 *g.*; Anleitung zur Berechnung einfacher physikalischer Aufgaben, 1. — **A. Schulze**: Kinetische Gastheorie, 2. —

Zincke: Allgemeine Chemie I: Anorganische Chemie für Chemiker und Mediziner, 6; Repetitorium für Mediziner über organische Chemie, 1; Praktische Übungen in der allgemeinen und analytischen Chemie, sowie selbständige chemische Arbeiten (mit Schenck), tägl.; Praktisch-chemische Übungen für Mediziner (mit Schenck), 4. — **E. Schmidt**: Anorganische Chemie mit besonderer Berücksichtigung der Pharmazie und Medizin, 6; Prüfung der Arzneimittel, 1; Praktische Übungen in der analytischen und forensischen Chemie, sowie in der Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel. — **Fittica**: Theoretische Chemie, 2; Neuere Geschichte der Chemie, 1 *g.* — **Reissert**: Chemie der organischen Farbstoffe, 2. — **Schenck**: Elektrochemie, 2. — **Haselhoff**: Chemie der Nahrungsmittel (Pflanzliche Nahrungsmittel), 1; Ausgewählte Kapitel aus der Agrikulturchemie (mit Exkursionen), 1. —

N. N.: Differentialrechnung, 5; Einleitung in die neuere Geometrie, 2; Übungen des mathematischen Seminars, 2 *g.* — **Hensel**: Funktionentheorie, 4; Theorie der partiellen Differentialgleichungen und ihre Anwendung auf Probleme der Physik, 3; Ausgewählte Kapitel der Algebra (Gruppentheorie), 1; Übungen des Mathematischen Seminars, 2 *g.* — **v. Dalwigk**: Analytische Geometrie der Ebene (Kegelschnitte), 4, Übungen, 1 *g.*; Darstellende Geometrie mit Übungen I, 2. — **Jung**: Determinanten, 2; Wahrscheinlichkeitsrechnung, 2. —

Universität München.

Röntgen: Experimentalphysik II, 5; Praktische Übungen (mit Graetz und Zehnder), 4; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, 44; Physikalisches Kolloquium, 2 *g.* — **Graetz**: Theorie des Lichtes, 4; Einleitung in die theoretische Physik, 4; Physikalisches Praktikum. — **Zehnder**: Kapitel aus der angewandten Physik, mit Demonstrationen und Exkursionen, 2. — **Korn**: Einführung in die analytische Mechanik, 4; Die Telegraphengleichung und die Theorie der Wechselströme, 2. **Erk**: Wird später ankündigen. — **Doule**: Doppelbrechung und damit zusammenhängende Erscheinungen, 2. —

v. Baeyer: Organische Experimentalchemie, 5; Praktische Arbeiten im chemischen Laboratorium (mit Hofmann und Piloty in der unorganischen, mit Koenigs und Willstätter in der organischen Abteilung), tägl. ausser Sonnabend; Chemisches Praktikum für Mediziner (mit Piloty), 4. — **Hilger**: Chemie in ihrer Anwendung auf Pharmazie und Medizin I: Anorganische Chemie, 4; Die wissenschaftlichen Grundlagen der Nahrungsmittelchemie II, 1; Forense Chemie, 1 *g.*; Chemisches Praktikum: Arbeiten auf dem Gesamtgebiete der angewandten Chemie, speziell der Nahrungsmittel, physiologische Chemie und elektrochemische Arbeiten, halb- und ganztägig. — **Koenigs**: Über Pyridinderivate, 1 *g.* — **K. Hofmann**: Spezielle unorganische Experimentalchemie I: Alkalimetalle, Erdalkalien und Schwermetalle, für Anfänger und Vorgeschrittene, 4; Praktikum für Gasanalyse, 4, für Spektralanalyse, 2. — **Piloty**: Über massanalytische Methoden, 2; Elektrolytisches Praktikum, 4—5 wöchentliche Kurse, ganztägig. — **Willstätter**: Teerfarbstoffe und ihre Anwendung in der Färberei, 4. — **Dieckmann**: Synthetische Methoden der organischen Chemie, 1. —

G. Bauer: Wird später ankündigen. — **Lindemann**: Integralrechnung, 5; Theorie der konformen Abbildung und der linearen Differentialgleichung, 4; Die Grundbegriffe der Geometrie, 2; Mathematisches Seminar: Auflösung höherer Gleichungen, $1^1/_2$ *g.* — **Voss**: Analytische Geometrie des Raumes, 5; Analytische Mechanik II, 4, Übungen, 2 *g.* — **Doehlemann**: Darstellende Geometrie II: Axonometrie, Perspektive, 3, Übungen, 2; Synthetische (neuere) Geometrie, 3. — **v. Weber**: Algebraische Analysis, 4; Einführung in die Theorie der gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen, 4; Ausgewählte Kapitel der Funktionentheorie, 2. — **Brunn**: Algebra II, 4. — **v. Seeliger**: Astrophysik II, 3; Praktische Übungen an den Instrumenten der Sternwarte (mit Anding), *g.* — **Anding**: Elemente der Astronomie, 2. —

Technische Hochschule München.

Ebert: Experimentalphysik: Magnetismus, Elektromagnetismus, Induktion, Optik, 4; Physikalisches Praktikum, 4 oder 8; Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen auf dem Gebiete der Physik. — **Knoblauch**: Grundzüge der Physik: Elektrizität, Optik (für Vermessungsingenieure, 3; Thermische Messmethoden, 2; Technisch-physikalisches Praktikum, 4; Anleitung zur Ausführung wissenschaftlicher Arbeiten auf dem Gebiete der technischen Physik. — **Fischer**: Experimentelle Wellenlehre und Akustik, 1; Herstellung, Messung und Verwendung tiefer Temperatur (mit Versuchen), 2; Physikalisches Praktikum für Physiker und Mathematiker, 4. — **Kutta**: Mathemathische Optik, 3; Trigonometrie, 3, Übungen, 1. — **Emden**: Die Sonne, 2. — **Edelmann**: Photographisches Praktikum, 2. — **Voit**: Angewandte Physik: Heizung, Ventilation, Akustik der Gebäude, Blitzableiter, Übungen, 2; Elektrotechnik für Maschineningenieure und Chemiker, 3, Übungen, 2; Theorie und Konstruktion der Messinstrumente und Elektrizitätszähler, 2. — **Heinke**: Grundzüge der Elektrotechnik, 3, Übungen, 2; Elektrotechnische Messkunde, 2; Elektrotechnisches Praktikum I: Messtechnik und Photometrie, 4; Elektrische Arbeitsübertragung und Zentralanlagen, 2, Übungen, 4. — **Gleichmann**: Elektrische Schalt- und Regulierapparate, 2; Elektrische Bahnen, 1. — **Ossanna**: Elektrotechnisches Praktikum II: Messungen an Maschinen, Gleichrichtern und Transformatoren, 4; Theorie und Konstruktion der elektrischen Maschinen II: Wechselstromgeneratoren und Synchronmotoren, 4; Entwerfen von elektrischen Maschinen, 4. — **v. Lossow**: Konstruktionslehre der Maschinenteile II, 3; Entwerfen von Maschinenteilen II, 8 und 6; Entwerfen von Dampfkesseln, 2. — **Ultsch**: Einführung in die Konstruktionslehre der Arbeitsmaschinen, 1; Konstruktionslehre der Arbeitsmaschinen II, 2; Maschinenzeichnen, 4; Entwerfen von Arbeitsmaschinen II, 6. — **Camerer**: Entwerfen von Wasserkraftmaschinen, 7. — **Lynen**: Konstruktionslehre der Dampfmaschinen, 6; Entwerfen von Eisenbahnmaschinen, 2. — **Schröter**: Theoretische Maschinenlehre I, 4, II, 2; Praktikum im Laboratorium für theoretische Maschinenlehre, 2. — **v. Hoyer**: Mechanische Technologie II, 5; Ausgewählte Kapitel aus der mechanischen Technologie: Papierfabrikation, 2. — **Hofmann**: Allgemeine Maschinenlehre, 4. —

Muthmann: Allgemeine Experimentalchemie einschliesslich der Grundzüge der organischen Chemie, 5; Chemisches Praktikum im analytischen und elektrochemischen Laboratorium, 10 bis 30; Spezielle Arbeiten auf dem Gebiete der unorganischen Chemie und der Elektrochemie, 30. — **Schultz**: Organische Chemie, 5; Chemisches Praktikum im organischen Laboratorium, 20 bis 30; Chemische Technologie III: Organische Farbstoffe einschliesslich der Färberei, 4; Praktikum im chemisch-technischen Laboratorium, 20—30. — **Eibner**: Pyridin, Chinolin, Isochinolin und Alkaloide, 1. — **Rohde**: Ausgewählte Kapitel aus der organischen Chemie mit Berücksichtigung der Tagesliteratur, 1. — **Lipp**: Analytische Chemie der Metalle und Metalloide nebst Gewichts- und Massanalyse I, 2; Brennmaterialien und Feuerungsanlagen mit Einschluss der Technischen Gasanalyse II, 1, Übungen in der technischen Gasanalyse, 3. — **Baur**: Anwendung der physikalischen Chemie auf technische Prozesse und analytische Operationen, 1. — **Hofer**: Die elektrochemischen Prozesse, 2. — **Lintner**: Chemie der Nahrungs- und Genussmittel, 2; Gärungschemisches Praktikum nebst Übungen in der Untersuchung von Nahrungs- und Genussmitteln, 30; Technologie und Warenkunde I: Anorganische Waren, 2. —

v. Dyck: Höhere Mathematik II, 6, Übungen, 2; Ausgewählte Kapitel aus der Funktionentheorie, 3. — **Finsterwalder**: Mathematisches Seminar (Kolloquium) (mit v. Dyck), 2; Ergänzung und Wiederholung des Lehrstoffes der höheren Mathematik, 3; Mechanik nach H. Hertz, 2. — **v. Braunmühl**: Grundzüge der höheren Mathematik, 4, Übungen, 2; Anwendung der Differential- und Integralrechnung auf Geometrie, 4; Mathematisch-historisches Seminar, 2. — **Burmester**: Darstellende Geometrie, 4, Übungen, 4; Kinematik, 3. — **Schmidt**: Vermessungskunde II, 4; Praktikum II, 4 oder 8; Hauptvermessungsübungen, 1 oder 2 Wochen; Katastertechnik, 3, Praktikum IV: Berechnungen und Ausarbeitungen, 10; Kartierungsübungen, 4. — **Anding**: Elemente der Astronomie, 2. — **Günther**: Mathematisch-physikalische

Erdkunde II, 4. — **Föppl**: Technische Mechanik einschliesslich der Elemente der graphischen Statik und der analytischen Mechanik I: Einführung in die Mechanik, 4, IV: Dynamik, 3, Übungen zur Dynamik, 2; Praktikum im mechanisch-technischen Laboratorium, 2. —

Universität Münster.

Hittorf: Liest nicht. — **Heydweiller**: Experimentalphysik I: Allgemeine Physik, Wärme, 4; Einleitung in die theoretische Physik, 2; Physikalische Übungen, 9; Wissenschaftliche Untersuchungen im physikalischen Institut, tägl.; Physikalisches und physikalisch-chemisches Kolloquium, 1 *g.* — **Reinganum**: Thermodynamik, 2. —

Salkowski: Organische Chemie II: Die cyklischen Verbindungen, 5; Die Schwermetalle, 2 *g.*; Praktische Übungen und Leitung wissenschaftlicher Arbeiten im chemischen Laboratorium, tägl. ausser Sonnabend. — **König**: Analytische Chemie (Metalloide), 1; Hygiene, 2 *g.*; Übungen im agrikulturchemischen Laboratorium, tägl. *g.* — **Kassner**: Über Gifte und ihren Nachweis in Untersuchungsobjekten, 1 *g.*; Pharmazeutische Chemie I, mit Demonstrationen und Experimenten, 4; Kolloquium über pharmazeutische Präparate und die Gegenstände des deutschen Arzneibuches (Fortsetzung), 1; Ausgewählte Kapitel der chemischen Technologie mit besonderer Berücksichtigung der „Cellulose- und Papierfabrikation und Papierprüfung", 1; Toxikologische, pharmazeutisch-chemische und massanalytische Übungen im Laboratorium, Darstellung chemischer Präparate, Elementar-Analyse, für Vorgerücktere Bearbeitung wissenschaftlicher oder technischer Aufgaben, 25. — **Bömer**: Herstellung und Untersuchung von Gebrauchsgegenständen, 1 *g.*; Repetitorium der Nahrungsmittelchemie, *g.* —

Killing: Analytische Geometrie I, 4, Übungen, 1 *g.*; Funktionentheorie, 4; Übungen des mathematischen Oberseminars, 2 *g.* — **v. Lilienthal**: Analytische Mechanik, 4; Ausgewählte Kapitel der Differentialgeometrie, 2; Determinantentheorie, 2; Mathematisches Unterseminar, 1 *g.* — **Dehn**: Differential- und Integralrechnung I, 4, Übungen, 1 *g.*; Algebra II, 2. — **Plassmann**: Methode der kleinsten Quadrate, 2; Über den Mond, 2; Übungen im astronomischen Beobachten und Rechnen, *g.* —

Universität Prag.

Lecher: Experimentalphysik II, 5; Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen, *g.* — **v. Geitler**: Physikalisches Praktikum: a) für Physiker und Mathematiker, 6, b) für Chemiker und Naturhistoriker, 3; Theorie des Gleich- und Wechselstroms, 2. — **Lippich**: Theorie der Elastizität, 3; Wärmeleitung, 2; Seminarübungen, 2 *g.* — **Spitaler**: Kosmische Spektralanalyse, 2; Wetterprognose, 1; Moderne Erdbebenforschung, 1. —

Goldschmiedt: Organische Chemie, 5; Chemische Übungen; Chemische Übungen für Mediziner, 4; Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen, *g.* — **Gintl**: Chemische Methoden der Lebensmitteluntersuchung mit praktischen Übungen, 6. — **Meyer**: Alkaloide, 1. — **Kirpal**: Chemische Technologie, 2. — **Rothmund**: Theoretische und physikalische Chemie, 4; Physikalisch-chemische Messmethoden, 1; Physikalisch-chemisches Praktikum, 3 *g.*; Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen, *g.* —

Pick: Geometrie der Kegelschnitte, 4, Übungen, 1; Mathematisches Seminar, 2 *g.* — **Gmeiner**: Differential- und Integralrechnung, 5. — **Weiss**: Projektive Geometrie, 2. — **Weinek**: Theorie des Äquatoreals und seiner Mikrometer, 3; Praktisches Beobachten, 2; Über Doppelstern- und Satelliten-Bahnbestimmung, 1 *g.* — **Oppenheim**: Mechanik des Himmels II: Elemente der Mondbewegung, 2. —

Technische Hochschule Prag.

Tuma: Physik: Wellentheorie, Akustik, Optik, 5, Praktikum, 3. — **Puluj**: Allgemeine Elektrotechnik: Elektromotoren für Gleich- und Wechselströme, Elektrische Bahnen, 2, Übungen, 3; Spezielle Elektrotechnik: Elektrische Zentralen für Beleuchtung und Kraftübertragung, Berechnung der Leitungsnetze, 2; Ausgewählte Kapitel der Wechselstrom-Elektrotechnik, 1. — **Schiebel**: Allgemeine Maschinenkunde, 3; Maschinenbau (I. Kurs) I, 2, Konstruktive Übungen, 4, (I. Kurs) II, 2, Konstruktions-Übungen, 7. — **Doerfel**: Maschinenlehre, 5, Konstruktionsübungen, 6; Maschinenlehre (Ausgewählte Kapitel), 2; Maschinenbau (II. Kurs), 2, Konstruktionsübungen, 4. — **Baudiss**: Maschinenbau (II. Kurs), 4, Konstruktionsübungen, 6; Maschinenbau (Ausgewählte Kapitel), 2. — **Pichl**: Klimatologisches Praktikum, 1. —

Gintl: Allgemeine Experimentalchemie (Mineralstoffe): Spezielle Chemie der Elemente II, 5; Praktische Übungen in der Ausführung chemischer Operationen und Darstellung von Präparaten, 6; Analytische Chemie (qualitative), Repetitorium, 2; Analytische Chemie (quantitative), 2, Praktische Übungen in der quantitativen Analyse, 24; Spezielle Kapitel der organischen Chemie, 1; Praktische Photographie und Übungen; Anleitung zur Ausführung wissenschaftlicher chemischer Untersuchungen für Geübtere, 15; Chemie der Nahrungs- und Genussmittel, 2, Übungen, 6. — **Storch**: Anleitung zur Ausführung wissenschaftlicher chemischer Untersuchungen für Geübtere, 15; Physikalische Methoden der Untersuchung von Nahrungsmitteln, 1, Übungen, 2; Chemie der Metalle und technische Metallgewinnung, 2; Massanalyse und chemische Arithmetik, 1; Physikalische Chemie: Elektrochemie, 3; Theorie der zyklischen Verbindungen, 2. — **Zulkowski**: Übungen über praktische Unterweisung in der chemischen Untersuchung von Rohstoffen und Gebrauchsartikeln, 4; Übungen im chemisch-technischen Laboratorium, tägl. ausser Sonnabend. — **Harpf**: Technologie des Schwefeldioxydes, 2. — **W. Gintl jun.**: Enzyklopädie der technischen Chemie, 2; Praktische Übungen in der Ausführung von Heizgasuntersuchungen, 1. —

Weiss: Mathematik I, 6, Repetitorium, 2; Elemente der höheren Mathematik, 2, Repetitorium, 1; Übungen aus der Integralrechnung, 1; Analytische Mechanik, 2. — **Grünwald**: Mathematik II, 3, Repetitorium, 2; Differentialgleichungen und deren Anwendung auf Geometrie und Mechanik, 2. — **Janisch**: Darstellende Geometrie, 4, Übungen, 8; Ausgewählte Kapitel aus der darstellenden und projektiven Geometrie, 2. — **Adler**: Darstellende Geometrie, 1; Einleitung in Hilberts Untersuchungen über die Grundlagen der Geometrie, 2. — **Stark**: Materialienlehre, 1; Enzyklopädie der Mechanik I, 2; Graphische Statik, 2, Konstruktive Übungen, 2; Mechanik II, 4, Repetitorium, 1, III, 3 — **Ruth**: Elemente der niederen Geodäsie, Übungen, 2; Niedere Geodäsie II, 4$^1/_2$, Übungen, 4; Grundzüge der sphärischen Astronomie, 3, Übungen, 2; Anwendungen der Geodäsie auf Kulturtechnik, 2, Übungen, 2. —

Universität Rostock.

Matthiessen: Experimentalphysik I, 5; Populäre Astronomie und mathematische Geographie, 2; Kleines physikalisches Praktikum für Mathematiker, Mediziner, Chemiker und Pharmazeuten, 12; Grosses physikalisches Praktikum (Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten), für Geübtere (mit Wachsmuth), tägl. — **Wachsmuth**: Elektromagnetische Lichttheorie (mit Experimenten), 3; Physikalisches Kolloquium (mit Kümmell), 14 tägig, 2 *g.* — **Kümmell**: Elektrochemie, 2; Atomtheorie, 1; Elektrochemische Analysen und Präparate, 3. —

Michaelis: Anorganische Chemie, 5; Chemische Übungen: Grosses Praktikum, tägl. ausser Sonnabend; Kleines Praktikum, 9; Übungen für Mediziner, 4; Übungen für Nahrungsmittelchemiker, 4. — **Stoermer**: Massanalyse, 1; Organische Chemie II: Aromatische Verbindungen II, 4; Synthetische Methoden der organischen Chemie, 2; Übungen für Vorgeschrittenere (Besprechung neuerer Arbeiten), 14 tägig, 2. — **Kunckell**: Repetitorium der pharmazeutischen Chemie und massanalytische Bestimmungen des Arzneibuches, 2; Einführung in die Nahrungsmittelanalyse (für Pharmazeuten), 1 *g.*; Exkursionen zur Besichtigung chemisch-technischer Betriebe. —

Staude: Analytische Mechanik, 4; Analytische Geometrie des Raumes, 4; Mathematisches Seminar, 2 *g.* —

Universität Strassburg.

Braun: Experimentalphysik I: Mechanik, Molekularphysik, Optik, 5; Physikalische Übungen, 5 oder 10; Übersichtskursus für Mediziner, 3; Wissenschaftliche physikalische Arbeiten, tägl. ausser Sonnabend; Physikalisches Kolloquium, 2 *g.* — **Cohn**: Elektrizitätslehre, 4; Seminaristische Übungen zur theoretischen Physik, 1 *g.* — **Zenneck**: Über neuere Erscheinungen aus dem Gebiete der experimentellen Physik,

14tägig, 2. — **Hergesell**: Die Lehre vom Potential in ihrer Anwendung auf Probleme der Geophysik (Gestalt der Erde etc.), 2; Meteorologische Arbeiten, tägl. *g.*; Meteorologisches Kolloquium, 14tägig, 2. —

Thiele: Allgemeine Experimentalchemie: Organischer Teil, 5; Kolloquium über organische Chemie, 1 *g*; Chemisches Praktikum im Universitätslaboratorium für Anfänger und Fortgeschrittene, tägl. ausser Sonnabend. — **Kohlschütter**: Spezielle anorganische Chemie II, 3; Theoretische Grundlagen spezieller Methoden der Analyse, 1; Praktikum für Gasanalyse, 3. — **Rose**: Chemische Technologie der Metalloide, 5; Analytische Chemie, 5. — **Erlenmeyer**: Über den Abbau und Aufbau natürlich vorkommender organischer Verbindungen, 1; Chemisches Praktikum für Anfänger und Geübtere (mit Kreutz), tägl. ausser Sonnabend. — **Köhl**: Die polyzyklischen Verbindungen des Steinkohlenteers, 2. — **Kreutz**: Praktische Anleitung zur Untersuchung von Nahrungs- und Genussmitteln, tägl. ausser Sonnabend; Chemie der menschlichen Nahrungsmittel, 1; Über Weinanalyse, 1. — **Schär**: Pharmazeutische Chemie, 5; Grundzüge der physiologischen Chemie (für Pharmazeuten), 2; Übungen und Untersuchungen im Laboratorium des pharmazeutischen Instituts, tägl. ausser Sonnabend; Pharmakognostisches Praktikum, 4; Die technisch verwendeten Milchsäfte in pharmakognostisch-chemischer Beziehung, 1 *g*. —

Roth: Differential- und Integralrechnung, 3, Übungen, *g.*; Analytische Geometrie der Ebene, 3. — **Epstein**: Invariantentheorie, 2. — **Disteli**: Analytische Geometrie des Raumes, 3; Perspektive mit Übungen, 3; Übungen des mathematischen Seminars (untere Abteilung), $1^1/_2$. — **Reye**: Einleitung in die synthetische Geometrie, 2; Technische Mechanik, 4; Übungen des mathematischen Seminars, 2 *g*. — **Weber**: Bestimmte Integrale und Einleitung in die Funktionentheorie, 4; Die partiellen Differentialgleichungen der mathematischen Physik, 4; Übungen des mathematischen Oberseminars, $1^1/_2$. — **Simon**: Methodik der elementaren Arithmetik in Verbindung mit algebraischer Analysis, 2. — **Becker**: Geodäsie (niedere) mit Übungen und Demonstrationen, 4; Die Bewegung der Erdachse im Raume und im Erdkörper (Präzession, Nutation und Variation der Breite), 1; Seminaristische Übungen (Kolloquium), *g.*; Astronomische Beobachtungen an den Instrumenten der Sternwarte. — **Wislicenus**: Spektroskopie des Himmels, 1; Astronomisch-chronologische Übungen, 1; Besprechungen der neuesten litterarischen Erscheinungen auf astronomischem Gebiete, 2 *g*. — **Wirtz**: Parallaxenbestimmung der Glieder des Sonnensystems und der Fixsterne, 1; Theorie des Heliometers, 1. —

Technische Hochschule Stuttgart.

Koch: Experimentalphysik: Magnetismus, Elektrodynamik, Optik, 4; Übungen im physikalischen Laboratorium (mit Weller): Physikalisches Praktikum I, halbtägig, ausser Sonnabend, II, tägl.; Theoretische Physik, 2. — **Englisch**: Photochemie, Theorie photographischer Prozesse, 1 bis 2; Anleitung zum Photographieren für Anfänger, 2; Selbständige wissenschaftlich-photographische Untersuchungen, für Fortgeschrittene; Photogrammetrie, 1. — **Veesenmeyer**: Die elektrischen Bahnen, 2; Elektrotechnische Konstruktionsübungen, 2; Projektierung elektrischer Anlagen, 2. — **Dietrich**: Elektrische Beleuchtung, 2; Elektrotechnische Messkunde, 2; Übungen im elektrotechnischen Laboratorium I, für Anfänger (mit Herrmann, Heinrich und Brühn), 4 halbe Tage (**Herrmann**: 2 Stunden vorbereitender Vortrag), II, für Vorgerücktere (mit Herrmann, Heinrich und Brühn), tägl. ausser Sonnabend; Elektrotechnisches Seminar (mit Veesenmeyer und Herrmann), 1. — **Herrmann**: Die Elektrizitätswerke einschliesslich der Leitungen, 2. — **Autenrieth**: Technische Mechanik, 6, Übungen, 6. — **v. Weyrauch**: Einleitung in die mathematische Theorie der Elastizität, 2; Aerostatik und Aerodynamik, 2; Analytische Theorie der Ingenieurkonstruktionen, 4, Übungen, 4. — **Berg**: Maschinenzeichnen, 12; Pumpen, 2 — **Ernst**: Maschinenelemente (mit Mühlberger), 3; Hebezeuge (mit Mühlberger), Konstruktionsübungen, 6. — **Thomann**: Wassermotoren, 6; Turbinen-Regulatoren, 1, Konstruktionsübungen, 2; Maschinenkonstruktionen (mit Dietrich), 8; Maschinenkunde, Übungen, 4. — **Bantlin**: Dampfkessel, 3; Maschinenkonstruktionen (mit Köstlin), 10. — **v. Bach**: Materialprüfungsanstalt (mit Baumann und Iltis), 1, Übungen, 5 Tage; Ingenieurlaboratorium (mit Roser), Übungen; Erörterungen für Maschineningenieure, 1. — **Magenau**: Verbrennungsmotoren, Übungen, 4. —

Hell: Allgemeine Experimentalchemie, 4; Übungen im Laboratorium für allgemeine Chemie (mit Kehrer, Kauffmann und Gansser), tägl. ausser Sonnabend; Organische Chemie, 2; Theoretische Chemie, 2. — **Kehrer**: Analytische Chemie, 2. — **Schmidt**: Ausgewählte Kapitel der analytischen Chemie, 2; Chemisch-technische Analyse, 1. — **Kauffmann**: Physikalische Chemie, 1; Kolloquium über organische Chemie, 2; Repetitorium der anorganischen Chemie, 2. — **Seel**: Chemisch-pharmazeutisches Praktikum, 2; Ausgewählte Kapitel der pharmazeutischen Chemie, 2; Gewinnung, Untersuchung und Beurteilung der wichtigsten Nahrungs- und Genussmittel, 1 *g*. — **Rohland**: Die Chemie der Metalle, 2; Die hydraulischen Bindemittel, 1. — **Philip**: Technische und Handels-Analysen organischer Produkte, 1. — **Häussermann**: Technische Chemie, mit Exkursionen, 2; Chemische Technologie der Baumaterialien, 1; Übungen im Laboratorium für chemische Technologie (mit Schmidt), tägl. ausser Sonnabend; Elektrochemie, 1 bis 2. — **Küster**: Pharmazeutische Chemie, 2; Toxikologie, mit Demonstrationen, 1. — **Widmaier**: Allgemeine mechanische Technologie: Verarbeitung der Faserstoffe, mit Übungen 5; Werkzeugmaschinen, 3. — **Johannsen**: Die Maschinen der Appretur und Veredlung, 1 *g*. —

Hohenner: Trigonometrische Übungen, 2; Katastermessungen II, mit Übungen, 2. — **Roth**: Mathematische Geographie, mit Übungen, 2; Perspektive, 2. — **Bretschneider**: Repetitorium in niederer Mathematik, 1. — **Reuschle**: Analytische Geometrie der Ebene (mit Roth), 3, Übungen, 1; Differential- und Integralrechnung I: Elemente der Differential- und Integralrechnung (mit Roth), 4, Übungen, 2, III (mit Roth), 3, Übungen, 1; Mathematisches Seminar, 1. — **Wölffing**: Funktionentheorie II, 3; Reihen, 1 *g*. — **Mehmke**: Darstellende Geometrie (mit Roth), 4, Übungen, 6; Reine Mechanik (mit Roth), 3, Übungen, 1; Invariantentheorie nach Grassmannschen Prinzipien, 2; Mathematisches Seminar, 1. — **Hammer**: Praktische Geometrie II, 4, Übungen (mit Hohenner, Heer und Eoll), 21, in den Herbstferien geodätische Exkursion, 14tägig; Elemente der Ausgleichungsrechnung, Übungen, 2; Astronomische Zeit- und direkte geographische Ortsbestimmung, Übungen, 1. —

Universität Tübingen.

Paschen: Experimentalphysik I: Mechanik und Optik, 5; Physikalische Übungen für Anfänger, 4; Selbständige Untersuchungen, tägl. — **Waitz**: Theoretische Physik I: Mechanik, Wärme, 3, Übungen, 2; Populäre Astronomie, 2. — **Gans**: Theorie der Schwingungen, 1; Vektoranalysis mit Anwendungen auf die mathematische Physik, 1. —

v. Hüfner: Ausgewählte Kapitel aus der physiologischen Chemie, 2; Praktisch-chemische Übungen für Mediziner I: Qualitative Analyse, 6, II: Quantitative Analyse, 6; Physiologisch-chemische Arbeiten für Geübtere, tägl. — **Wislicenus**: Organische Experimentalchemie, 5; Praktische Übungen im Laboratorium, tägl. ausser Sonnabend; Analytisch-chemisches Praktikum, ganz- oder halbtägig (mit Bülow); Pharmazeutisch-chemisches Praktikum, ganz- oder halbtägig (mit Weinland); Präparative Arbeiten, ganztägig; Anleitung zu selbständigen Untersuchungen, ganztägig. — **Bülow**: Analytische Chemie II, 3; Technologie der künstlichen, organischen Farbstoffe, 2. — **Weinland**: Pharmazeutische Chemie II: Organischer Teil, 2; Forensische Chemie, 1. — **Wedekind**: Stereochemie oder die Lehre von der Lagerung der Atome im Raume, 1; Einführung in die Elektrochemie (mit Berücksichtigung ihrer Anwendungen), 1; Physiko-chemische Übungen (für Chemiker), 4. — **Dimroth**: Benzolderivate, 2. — **Mayer**: Pharmakognosie, 4; Pharmakognostisch-mikroskopisches Praktikum mit besonderer Berücksichtigung von Drogenpulvern, 2. —

v. Brill: Mechanik, 5; Raumkurven und Flächen, 2; Übungen im mathematischen Seminar, 2. — **Stahl**: Niedere Analysis, 3; Funktionentheorie, 3, Übungen im mathematischen Seminar. — **Maurer**: Höhere Analysis, 3; Übungen, $1^1/_2$; Synthetische Geometrie, 2, Übungen, 1. —

Universität Wien.

v. **Lang**: Experimentalphysik für Philosophen und Mediziner II, 4; Mathematische Ergänzungen zur Experimentalphysik, 1 *g*. — **Boltzmann**: Akustik und Optik, 3; Elektrizitätslehre, 2; Mathematisch-physikalisches Seminar I u. II, 1; Ausgewählte Kapitel aus Naturphilosophie, 2. — **Exner**: Physikalisches Praktikum für Lehramtskandidaten, 6, für Chemiker und Naturhistoriker, 5; Physikalische Übungen für Vorgeschrittene, tägl.; Physik. Konversatorium, 1 *g*. — **Jäger**: Elemente der theoretischen Physik II: Wärme, 3; Prinzipien der Mechanik, 2. — **Moser**: Experimentalphysik für Hörer der Medizin und der Philosophie (insbesondere Elektrizität und Optik), 3; Einführung in die mathematische Physik, für Hörer der Medizin und der Philosophie, 2; Demonstrationen und Übungen an und mit physikalischen Apparaten als Ergänzung der Experimentalvorlesung, 6. — **Lampa**: Elementare Mechanik, 2. — **Benndorf**: Physikalisches Praktikum für Lehramtskandidaten II: Anleitung zur Anstellung von Schulexperimenten, 8. — v. **Schweidler**: Wird später ankündigen. — **Meyer**: Telegraphie ohne Draht, 1. — **Hasenöhrl**: Wärmestrahlung, 2. — **Mache**: Thermochemie, 2. — **Haschek**: Spektralanalyse II, 2. — **Hann**: Klimatologie II: Spezieller Teil, 2. — **Pernter**: Meteorologische Instrumentenkunde und Übungen an der k. k. Centralanstalt für Meteorologie, 3. — **Kohl**: Liest nicht. —

Lieben: Experimentalchemie II: Organische Chemie, 5; Chemische Übungen für Anfänger, tägl. ausser Sonnabend, für Mediziner, 4; Arbeiten im II. chemischen Laboratorium, für Vorgeschrittene, tägl. — **Wegscheider**: Galvanische Elemente, Elektrolyse und Polarisation, 1; Chemische Übungen für Anfänger, tägl. ausser Sonnabend; Arbeiten im I. chemischen Laboratorium für Vorgeschrittene, tägl. — **Lippmann**: Organische Chemie II: Chemie der Benzolderivate, 3; Chemische Übgn. für Anfänger, tägl. ausser Sonnabend; Arbeiten im chemischen Laboratorium, für Vorgeschrittene, tägl. — **Herzig**: Pharmazeutische Chemie, 5; Übungen für Pharmazeuten, tägl. ausser Sonnabend. — **Fossek**: Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie, für Pharmazeuten, 1. — **Zeisel**, **Vortmann**, **Schacherl**: Lesen nicht. — **Pomeranz**: Theoretische Chemie II, 2. — **Franke**: Qualitative und quantitative Harnanalyse, 2; Analytische Chemie (qualitative Analyse), 2. — **Pollak**: Repetitorium der analytischen Chemie für Pharmazeuten, 1. — **Wenzel**: Methoden der organischen Synthese, 1. — **Garzarolli v. Thurnlackh**: Über den Nachweis anorganischer Gifte (mit Demonstrationen), 1. — **Billitzer**: Atomistik, 1; Die Hauptsachen der höheren Mathematik (für Chemiker und Physikochemiker), 2. —

v. **Escherich**: Bestimmte Integrale und Variationsrechnung, 5; Wahrscheinlichkeitsrechnung, 3 *g*.; Proseminar für Mathematik, 1; Seminar für Mathematik, 2. — **Mertens**: Elemente der Differential- und Integralrechnung (auch für Naturhistoriker, Physiker, Mediziner und Versicherungstechniker), Fortsetzung, 5; Übungen im mathematischen Seminar, 2; Übungen im mathematischen Proseminar, 1. — **Wirtinger**: Funktionenthoerie, 5; Mathematisches Seminar, 2 *g*; Mathematisches Proseminar, 1 *g*; Mathematische Statistik, 3. — **Kohn**: Analytische Geometrie (Fortsetzung), 4, Übungen, 1 *g*; Differentialgeometrie I, 2. — **Tauber**: Die Differentialgleichungen der Mechanik, 3; Versicherungsmathematik (Fortsetzung), 3. — **Blaschke**: Einführung in die mathematische Statistik II, 3. — **Zsigmondy**: Eulersche Integrale, 1. — **Carda**: Einführung in die Theorie der Differentialgleichgn., 2. — **Plemelj**: Zahlentheorie (Fortsetzung), 2. — **Grünwald**: Fouriersche Reihen und Integrale, 2. — **Weiss**: Praktische Astronomie, 4. — v. **Hepperger**: Geographische Ortsbestimmung, 2; Über Spektraltypen der Fixsterne und spektroskopische Doppelsterne, 2; Methode der kleinsten Quadrate, 1. — **Schram**: Kalendariographie und Umrechnung von Daten verschiedener Zeitrechnungen mit besonderer Rücksicht auf Historiker. — **Herz**: Die Störungen der Rotationsachse der Erde, 2. — **Prey**: Kartenprojektionen (Fortsetzung), 2. —

Technische Hochschule Wien.

Ditscheiner: Allgemeine und technische Physik, 5; Physik für Chemiker. — **Sahulka**: Grundlagen der Elektrotechnik, 4; Elektrotechnische Messkunde, 2. — **Hochenegg**: Elektrische Arbeitsübertragung, 3; Elektrotechnik, Praktische Übungen und Untersuchungen (mit Sahulka), 4. — **Grau**: Elektrisches Beleuchtungswesen, 1. — **Reithoffer**: Berechnung von Transformatoren und Drehstrommotoren, 2. — **Jüllig**: Elektrische Telegraphie und Eisenbahn-Signalwesen, 2. — **Liznar**: Erdmagnetismus, 2. — **Kobes**: Theoretische Maschinenlehre, 5; Maschinenbau II, 5, Konstruktionsübungen, 15. — **Engländer**: Maschinenbau I, 6, Konstruktionsübungen, 15. — **Horwatitsch**: Allgemeine Maschinenkunde, 3. — **Seidler**: Allgemeine Maschinenkunde, 3; Maschinenzeichnen (mit Fieber), 8. — **Meter**: Feuerungstechnik, Heizung, Lüftung und sonstige gesundheits-technische Ausbildung von Wohn-, Fabriks- und öffentlichen Gebäuden, 3. — v. **Stockert**: Eisenbahn-Maschinendienst, 3. —

Bauer: Allgemeine Experimentalchemie II: Organische Chemie, 5, Übungen, 20. — **Vortmann**: Analytische Chemie, 4, Übungen, 20. — **Bamberger**: Enzyklopädie der technischen Chemie, 3; Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie, 1; Agrikulturchemie, 2. — v. **Jüptner**: Theoretische und physikalische Chemie, 3, Übungen, 4; Chemische Technologie anorganischer Stoffe, 5, Übungen, 20. — **Feitler**: Ausgewählte Kapitel aus der physikalischen und theoretischen Chemie, 1. — **Paweck**: Technische Elektrochemie, 2. — **Suida**: Die wichtigsten Kapitel aus der Chemie der aromatischen Verbindungen, 2; Chemische Technologie organischer Stoffe, 5, Übungen, 20. — **Lippmann**: Chemie der Benzolderivate, 3. — **Eder**: Photochemie und angewandte Photographie, 1; Photographisches Praktikum, 4. — **Kick**: Mechanische Technologie II, 5. — **Strache**: Beleuchtungswesen, 2. —

Allé: Mathematik I, 5, Korrepetitionen, 2. — **Zsigmondy**: Mathematik I, 5; Elemente der reinen Mechanik in Verbindung mit graphischer Statik, 2, Konstruktionsübungen, 2. — **Czuber**: Mathematik II, 5, Korreptitionen; Grundlehren der höheren Mathematik, 4, Korrepetitionen, 2. — **Tauber**: Versicherungsmathematik I, 3, II, 4. — **Blaschke**: Einführung in die mathematische Statik, 3. — **Daublebsky v. Sterneck**: Theorie der Raumkurven und Flächen, 3. — **Müller**: Darstellende Geometrie und konstruktives Zeichnen, 4, Konstruktives Zeichnen, 6; Stereographische Projektion und Zyklographie, 2, Konstruktionsübungen, 2; Seminar für darstellende Geometrie, 2. — **Schmid**: Darstellende Geometrie und konstruktives Zeichnen, 4, Konstruktionsübungen, 6; Projektive Geometrie II, 2, Konstruktionsübungen, 2. — **Finger**: Elemente der reinen Mechanik in Verbindung mit graphischer Statik, 5; Analytische Mechanik, 2. — **Hermanek**: Technische Mechanik II: Hydromechanik, 3. — **Schell**: Praktische Geometrie, $7^1/_2$; Situationszeichnen, 3 und 4; Photogrammetrie $1^1/_2$. — **Tinter**: Sphärische Astronomie, 3; Übungen im Beobachten und Rechnen, $2^1/_2$; Geodätische Rechenübungen, $2^1/_2$. —

Universität Würzburg

Wien: Experimentalphysik II: Elektrizität und Optik, 5; Praktische Übungen, 4 bezw. 10; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl.; Elektrodynamik auf Grundlage der Elektronenlehre, 3. — **Seitz**: Ausgewählte Kapitel der theoretischen Physik, 2. —

Medicus: Chemische Technologie, 4; Pharmazeutische Chemie, anorganischer Teil, 5; Praktikum für Pharmazeuten, halbtägig; Praktikum in allen Richtungen der angewandten Chemie und Nahrungsmittelanalyse, halb- und ganztägig. — **Tafel**: Organische Experimentalchemie, 5; Analytisch-chemisches Praktikum (mit Manchot): a) ganz- und b) halbtägig, tägl. ausser Sonnabend; Chemisches Praktikum für Mediziner, 4; Vollpraktikum für präparative Arbeiten, tägl.; Anleitung zu selbständigen Untersuchungen (mit Manchot), tägl. — **Manchot**: Massanalyse (Experimentalvorlesung unter Berücksichtigung der durch das deutsche Arzneibuch vorgeschriebenen Methoden), 1; Stereochemie, 1. — **Reitzenstein**: Chemische Tageslitteratur, 2. — **Ley**: liest nicht.

Prym: Integralrechnung, 6, Übungen, 2 *g*.; Ausgewählte Kapitel der Funktionentheorie, 2 *g*. — **Selling**: Differentialgleichungen mit mehr als einer Grundveränderlichen, 4; Sphärische Astronomie, 2. — **Cantor**: Theoretische Mechanik, 4. — **Rost**: Anwendungen der Infinitesimalanalysis auf die Theorie der ebenen Kurven, 4; Analytische und synthetische Geometrie der Kegelschnitte, 4; Theorie der Raumkurven und

der Flächen, 4; Einführung in die Theorie der elliptischen Funktionen, 2 *g*. —

Universität Zürich.

Kleiner: Experimentalphysik, 5; Theoretische Physik, 2; Physikalisches Praktikum für Anfänger, $^1/_2$ Tag, für Vorgerücktere, tägl., für Sekundarlehramtskandidaten, 2. —

Werner: Organische Experimentalchemie, 5; Anorganische Chemie II, 2; Ausgewählte Kapitel aus der Stereochemie, 1; Chemisch-analytisches Praktikum für Chemiker, tägl.; Chemisches Praktikum für Vorgerücktere (präparative Arbeiten, Ausführung selbständiger Arbeiten), tägl.; Elektrochemische Übungen, 2 Nachmittage *g*.; Technisch-chemische Übungen, 1 Nachmittag *g*.; Chemisches Halbpraktikum (für Studierende der Naturwissenschaften), halbtägig. — **Abeljanz**: Quantitative chemische Analyse mit Berücksichtigung der elektrolytischen Methoden, 2; Chemie und Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel, mit Übungen, 2; Anleitung zu medizinisch-chemischen Arbeiten im Laboratorium, 1 *g*.; Chemisches Praktikum für Mediziner und Veterinäre, 3 Tage, für Studierende der Naturwissenschaften, 3 Tage, für Anfänger und Vorgerücktere (Nichtchemiker), tägl., für Lehramtskandidaten, 2 Tage; Chemische Übungen für Kandidaten des Sekundarlehramtes, 2. — **Pfeiffer**: Einleitung in die physikalische Chemie, 2; Organische Chemie III: Farbstoffe, 1; Alkaloide, 1. —

Burkhardt: Algebraische Analysis, 3; Differential- und Integralrechnung II, 2; Partielle Differentialgleichungen der Physik, 3; Mathematisches Seminar, 2. — **Weiler**: Darstellende Geometrie mit Übungen II, 3 bis 4; Analytische Geometrie mit Übungen II, 3; Synthetische Geometrie (Fortsetzung), 2; Politische Arithmetik mit Übungen (für Lehramtskandidaten), 2. — **E. Gubler**: Inhalt und Methode des geometrischen Unterrichts in der Mittelschule, 2; Algebraische Analysis mit Übungen, 2; Politische Arithmetik mit Übungen, 2. — **Wolfer**: Geographische Ortsbestimmung, 3; Übungen im astronomischen Beobachten, 9; Einleitung in die Astrophysik, 2. —

Technische Hochschule Zürich.

H. F. Weber: Physik, 4, Repetitorium, 1; Prinzipien, Apparate und Messmethoden der Elektrotechnik, 2; Theorie des Wechselstroms, 2; Elektromechanik, 2; Wissenschaftliche Arbeiten in den physikalischen Laboratorien, 8, 12 oder 24; Elektrotechnisches Laboratorium, 8 oder 16. — **Weiss**: Physik, 4, Repetitorium, 1; Thermodynamique, 1; Physikalisches Praktikum für Anfänger, 4; Travaux scientifique dans les laboratoires de physique, 8, 12, 24. — **Schweitzer**: Physik, 4, Repetitorium, 1; Technische Optik, 1 *g*; Ausgewählte Kapitel aus der Thermodynamik, 1 *g*. — **Tobler**: Ausgewählte Kapitel aus dem Gebiete der Schwachstromtechnik (Fortsetzung), 1 *g*. — **Wyssling**: Elektrische Centralanlagen I, 2. — **Stodola**: Dampfmaschinenbau II, 4, Repetitorium, 1; Maschinenkonstruieren, 12; Gasmotoren (Fortsetzung), 1; Übungen in der kalorischen Abteilung des Maschinenlaboratoriums (mit Farny), $^1/_2$ Tag. — **Farny**: Bau von Dynamomaschinen I, 2. — **Prášil**: Hydraulische Motoren und Pumpen I, 2, Repetitorium, 1; Konstruktionsübungen und Demonstrationen im Laboratorium, 3; Fabrikanlagen, 2; Übungen in der hydraulischen Abteilung des Maschinenlaboratoriums, $^1/_2$ Tag. — **Escher**: Mechanische Technologie I: Metallurgie, 4, Repetitorium, 1; Mechanische Technologie III: Werkzeugmaschinen, Spinnerei, 3, Repetitorium, 1; Maschinenlehre, 4, Übungen und Repetitorium, 4. — **Fliegner**: Theoretische Maschinenlehre I: Praktische Hydraulik, Messmethoden des Maschinenwesens, 4, Übungen, 2; Theoretische Maschinenlehre III: Lokomotiven, 3, Übgn., 2. — **Herzog**: Mechanik I, 6, Repetitorium, 1, Übungen, 2. — **Meyer**: Maschinenzeichnen, 2, Übungen, 6; Skizzierübgn., 2; Maschinenbau: Transmissionen und Hebezeuge, 4, Repetitorium, 1; Maschinenkonstruieren und Demonstrationen im Laboratorium, 9. — **Schüle**: Technologie des matériaux de construction I, 3, Répétition, 1; Materialtechnisches Praktikum, 4. — **A. Weber**: Mechanik und Maschinenlehre, 4, Repetitorium, 1; Konstruktionsübungen, 4; Feuerungsanlagen, 2, Konstruktionsübungen, 2. — **Weilenmann**: Liest nicht. — **Barbieri**: Photographie II, 1; Photographisches Praktikum, 2; Photogrammetrie, 1. —

Bamberger: Organische Chemie, 6, Repetitorium, 1; Organische Chemie II: Benzolderivate, 3, Repetitorium, 1; Analytisch-chemisches Praktikum, 16 und 24, für Vorgerücktere, tägl.; Chemisches Praktikum (mit Treadwell), 2 bezw. 4. — **Bosshard**: Geschichte der Chemie bis zum Tode Lavoisiers, 1. — **Constam**: Physikalische Chemie II, 1; Organische Elektrochemie, 1 *g*; Thermo-chemisches Praktikum (mit Lorenz), $^1/_2$ Tag; Physikalisch-chemisches Vollpraktikum (mit Lorenz), tägl. — **Gnehm**: Künstliche organische Farbstoffe, 3, Repetitorium, 1; Nahrungsgewerbe, 2; Beleuchtungsindustrie, 1; Technisch-chemisches Praktikum, 16 und 24, für Vorgerücktere, tägl. — **Grete**: Agrikulturchemische Untersuchungsmethoden, 2 *g*. — **Hartwich**: Pharmazeutische Chemie, 5; Ätherische Öle, 1; Pharmazeutisch-chemisches Praktikum, 12; Technische Botanik II: Untersuchung von Nahrungsmitteln und Gewürzen, 2; Warenkunde, 2; Mikroskopische Übungen in der Nahrungsmittelkunde, 2 halbe Tage; Chemische Untersuchung von Nahrungs- und Genussmitteln, tägl.; Pharmakognostische Übungen für Vorgerücktere, tägl. — **Lorenz**: Technische Elektrochemie, 2; Elektrometallurgie, 1; Elektrochemisches Praktikum für Anfänger, 4, für Vorgerücktere, 15. — **Lunge**: Anorganische chemische Technologie, 3, Repetitorium, 1; Chemische Technologie der Baumaterialien und Explosivstoffe, 2; Technisch-chemisches Praktikum, 16 und 24, für Vorgerücktere, tägl. — **Schulze**: Organische Chemie, 3, Repetitorium, 1; Agrikulturchemie II: Fütterungslehre, 2; Übungen im agrikultur-chemischen Laboratorium, 4 und 8; Agrikultur-chemisches Praktikum für Vorgerücktere, 24. — **Treadwell**: Analytische Chemie II, 2; Chemisch-technische Analyse mit Übungen, 4; Probierkunde mit Übungen, 2; Analytisch-chemisches Praktikum, 16 und 24, für Vorgerücktere, tägl. — **Winterstein**: Physiologische Chemie, 2; Anleitung zu den Übungen im agrikultur-chemischen Laboratorium, 1. —

W. Fiedler: Darstellende Geometrie, 2, Repetitorium, 1, Übungen, 4; Zentralprojektion und Zyklographie, 2; Elemente der analytischen Geometrie der Lage, 2. — **Franel**: Calcul intégral, 4, Répétition, 1, Exercices, 2; Mathematisches Seminar (mit Rudio), 2. — **Geiser**: Algebraische Flächen, 4; Analytische Geometrie II, 2. — **Hirsch**: Integralrechnung, 4, Repetitorium, 1, Übungen, 2; Funktionentheorie, 4. — **Hurwitz**: Algebraische Gleichungen, 4; Fouriersche Reihen, 2. — **Keller**: Repetition der darstellenden Geometrie (Axonometrie, Kollinkation, Kegel-, Kugel-, Rotations- und Schraubenflächen), 2; Repetition der Differential- und Integralrechnung an Hand von Übungen, 2. — **Kraft**: Theoretische Mechanik, 4; Die mathematischen Operationen im Raume unter Stufe, 4. — **Lacombe**: Géométrie descriptive, 2, Répétition, 1, Exercices, 4. — **Rebstein**: Ausgleichungsrechnung, 2, Repetitorium, 1, Übungen, 2; Katastervermessung und Güterzusammenlegung, 2; Ausgewählte Kapitel aus der Versicherungsmathematik, 2. — **Rosenmund**: Vermessungskunde, 5, Repetitorium, 1; Vermessungsübungen, 1 Tag; Vermessungsarbeiten am Schluss des Sommersemesters, 2 Wochen. — **Rudio**: Anwendungen der höheren Mathematik, 4. — **Wolfer**: Geographische Ortsbestimmung, 3, Übungen im astronomischen Beobachten, 3; Einleitung in die Astrophysik, 2. —

Gesuche.

Promovierter Physiker

sucht Stellung in einem Physikal. Institute oder sonstigem Physikalischen Laboratorium. Gefl. Anträge unter „**EMK**" befördert diese Zeitschrift.

Für die Redaktion verantwortlich Privatdozent Dr. Emil Bose in Göttingen. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.